This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

LIBRARY

OF THE

Ordnance Office,

U. S. ARMY.

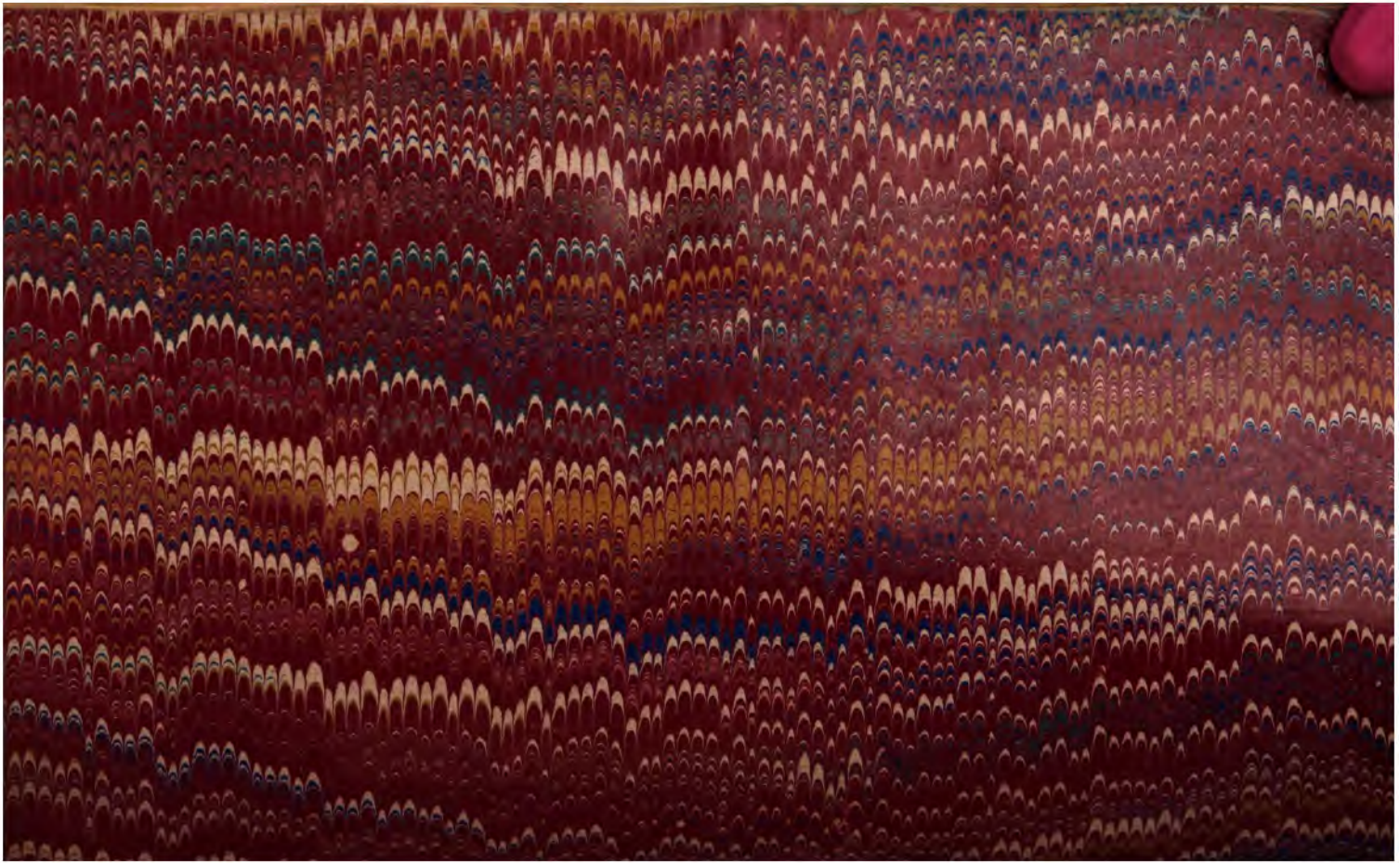
WASHINGTON, D. C.

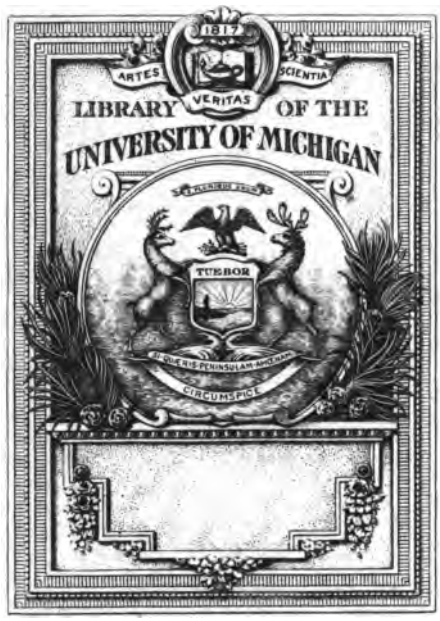
Executive Building, Cor. 17th & F Sts.

LIBRARY OF CONGRESS
APR 20 1941
DUPLICATE
EXCHANGE

ROOM.		SHELF.	NO.
51		411	

PLEASE RETURN THIS BOOK.





RECEIVED IN EXCHANGE
FROM
United States
Library of Congress

UF
1
.R45

REVUE

D'ARTILLERIE

ORDNANCE DEPARTMENT
U.S.

REVUE D'ARTILLERIE

Paraissant le 15 de chaque mois

PREMIÈRE ANNÉE

TOME II

(Avril — Septembre 1873)

BERGER-LEVRAULT et Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS
RUE DES BEAUX-ARTS, 5

NANCY
RUE JEAN-LAMOUR, 11

1873

EXCHANGE
UNITED STATES
LIBRARY OF CONGRESS

MAY 19 '41

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME II.

(AVRIL — SEPTEMBRE 1873.)

Première livraison. — Avril 1873.

Pages.

Description des principales artilleries étrangères. Artillerie russe (2e article), par le capitaine MANCERON 1

Projet de canon de campagne, par le commandant DU PAN 24

Sur l'emploi de l'artillerie en campagne, par le général-major BYLANDT-RHEIDT, traduit de l'allemand par le capitaine LEFÈVRE. (J. B. V.). . 40

L'enquête sur l'organisation du personnel de l'artillerie; résumé et conclusions 52

Notes sur des expériences comparatives exécutées à Bourges entre des canons de 4 de campagne, des canons de Woolwich de 9 livres, et des canons Vavasseur, par le commandant GODIN 64

Renseignements divers. — Direction d'artillerie de Bourges. — Artillerie autrichienne. — Le nouveau canon de campagne prussien. — Poudrerie militaire de Saint-Chamas; fabrication pendant la guerre de 1870-1871 81

Notices bibliographiques 83

2e livraison. — Mai.

Description des principales artilleries étrangères. Artillerie russe (3e article), par le capitaine MANCERON. 89

De la dérivation, par M. E. PAGE, professeur à l'École d'artillerie de Vincennes 103

Sur la charge intérieure des projectiles creux, par le commandant BRUGÈRE 115

Sur l'emploi de l'artillerie en campagne, par le général-major BYLANDT-RHEIDT, traduit de l'allemand par le capitaine LEFÈVRE (J. B. V.). . 126

Deux nouveaux affûts de la Marine allemande (d'après les Revues militaires allemandes) 133

L'enquête sur l'organisation du personnel de l'artillerie; résumé et conclusions (suite) 140
Note sur les expériences relatives au canon de 7 exécutées à Calais, par le commandant Mercier 147
Note relative à des expériences exécutées à Bourges sur l'influence de la prépondérance de culasse au point de vue de la justesse du tir, par le capitaine d'Espinay 162
Note relative aux expériences exécutées à Bourges sur un canon de 24 rayé de place modifié, par le capitaine d'Espinay 166
Renseignements divers. — Création d'une École d'artillerie à Orléans. — Emploi de la dynamite pour le chargement des projectiles creux. — Adoption d'un nouveau modèle de boîte pour les cartouches à balles modèle 1866. — Démolition des cartouches d'infanterie modèle 1866. — Adoption du Dubbing pour l'entretien du harnachement. — Production de l'acier en France pendant les dix dernières années. — Canon Krupp de 30c 1/2 168
Notices bibliographiques 172

3e livraison. — Juin.

Description des principales artilleries étrangères. **Artillerie suisse**, par le capitaine Jouffret 177
Étude sur la construction des bouches à feu, par M. Creuzé de Latouche 197
Sur la pression nécessaire pour donner le mouvement de rotation aux projectiles des canons rayés, par le capitaine Noble, de l'artillerie anglaise, traduit par le commandant Mercier 213
L'enquête sur l'organisation du personnel de l'artillerie (fin) 230
Note sur trois canons de 4 en bronze, du système Olry, expérimentés à Calais, par le capitaine Guespereau 237
Note sur le tir des obus à balles de 4 exécuté à Bourges, par le commandant Audoy 250
Note sur la sensibilité relative et le mode d'action des fusées percutantes Demarest et Maucourant, d'après les expériences exécutées à Calais, par le commandant Mercier 253
Renseignements divers. — Fusées pour obus oblongs à balles de campagne. — Académie des sciences. — Canon-revolver Hotchkiss . . 258
Notice bibliographique 261

4e livraison. — Juillet.

Description des principales artilleries étrangères. Artillerie italienne, par le capitaine Jouart 265
Étude sur la construction des bouches à feu, par M. Creuzé de Latouche (fin) 295

De l'armement de défense des places, par le capitaine Caillet. . . . 315
Des Dynamites et de leurs applications dans l'artillerie, par le capitaine Bombard 332
Propositions faites au Parlement italien pour la défense de la frontière nord-ouest, par le capitaine Demimuid. 340
Note sur l'inclinaison initiale à donner aux rayures paraboliques, par le commandant Astier. 344
Renseignements divers. — Mise en service du tube à tir dans les régiments d'artillerie. — Le pavillon Krupp à l'Exposition de Vienne. . 346
Notices bibliographiques. 349

5e livraison. — Août.

Description des principales artilleries étrangères. **Artillerie italienne** (2e article), par le capitaine Jouart. 353
Sur l'établissement et l'usage des tables de tir, par le capitaine Jouffret 370
Des Dynamites et de leurs applications dans l'artillerie (suite), par le capitaine Bombard 390
Note relative aux expériences exécutées à Bourges sur deux canons de 84mm, du modèle suisse, par le commandant Barbe. 403
Renseignements divers. — Marques à inscrire sur les fusées métalliques pour projectiles creux. — Mise en batterie sur des terrains accidentés et construction d'épaulements rapides. — Fusées métalliques pour projectiles creux. — L'artillerie de la marine russe à l'Exposition de Vienne. — Chariot-traîneau employé au polygone de la marine italienne, pour le transport des bouches à feu de gros calibre. 429
Notices bibliographiques 436

6e livraison. — Septembre.

Description des principales artilleries étrangères. **Artillerie italienne** (fin), par le capitaine Jouart 441
Des Dynamites et de leurs applications dans l'artillerie (3e article), par le capitaine Bombard 452
Le canon-revolver Hotchkiss, par le capitaine Jouart. 472
Sur la construction des batteries de siége (d'après les archives allemandes de l'artillerie et du génie) 480
Note sur les expériences relatives au canon de 7 exécutées à Bourges, par le commandant Audoy 493
Note relative aux expériences exécutées à Bourges sur une fusée à double effet proposée par le major Romberg, par le commandant Audoy. 497
Renseignements divers. — Fusées pour projectiles de campagne. —

Expériences exécutées en 1872 sur deux modèles de télémètre, proposés par le capitaine GAUTIER. — Mise en expérience d'une baïonnette-épée destinée à remplacer le sabre-baïonnette modèle 1866. — Conservation des bouches à feu en acier. — Métaux destinés à l'emplombage des projectiles. — Emploi de la maciline pour le graissage des essieux. — Essai d'une ferrure à glace proposée par M. NAUDIN. — Artillerie suisse : Travaux de la Commission fédérale d'artillerie. — Expériences de tir contre des retranchements en neige. — État actuel de l'artillerie en Bavière. — Artillerie russe : Transport du canon de 12 pouces (40 tonnes) d'Oboukhow à l'Exposition de Vienne 503

Notices bibliographiques 520

PLANCHES.

I. II. — Artillerie russe.

III. — Projet de canon de campagne, par le commandant DU PAN.

IV. — Étude sur la dérivation.

V. — Nouveaux affûts de marine allemande.

VI. VII. — Artillerie suisse.

VIII. IX. X. XI. — Artillerie italienne.

XII. — Chariot-traîneau. — Trajectoires de divers canons sous l'angle de 15°.

XIII. — Épaulements rapides.

XIV. — Canon-revolver Hotchkiss.

XV. — Batteries de siége.

ARTILLERIE RUSSE

ARTILLERIE DE SIÉGE, DE PLACE ET DE COTE

I. Bouches a feu. — Transformations successives. — Fermetures de culasse. — Dispositions intérieures. — Tableau des bouches à feu en service. — II. Munitions. — Gargousses, fusées, projectiles. — III. Affuts. — IV. Effets du tir.

I. BOUCHES A FEU.

Les diverses questions relatives à l'artillerie de gros calibre ont été, dans ces derniers temps en Russie, l'objet d'études très-sérieuses. Déjà, en 1858, un officier distingué de l'artillerie russe, le colonel Gadoline, avait déterminé analytiquement les conditions de résistance des parois des bouches à feu; en 1861, appliquant aux canons cerclés les résultats obtenus, il en fit la théorie et démontra la possibilité d'augmenter par un serrage méthodique la résistance à l'éclatement (1). C'est cette théorie qui servit de base à la construction des canons Krupp. L'industrie nationale, en effet, n'était point encore assez développée pour qu'on pût lui confier la fabrication d'un

(1) Les deux Mémoires du colonel Gadoline, insérés dans le *Journal d'artillerie russe*, ont été traduits dans la *Revue de technologie militaire*, 3e volume (1863). Les formules reproduites dans le premier de ces mémoires avaient déjà été données par MM. Lamé et Clapeyron dans un travail *sur l'Équilibre des corps solides homogènes* (*Mémoires présentés à l'Académie des sciences*, tome IV *des savants étrangers*, 1833) et par M. Lamé dans ses *Leçons sur la Théorie mathématique de l'élasticité des corps solides* (1852).

dit le canon de 24 insuffisant, on adopta un canon de 8 pouces en acier, avec la rayure à ressaut; mais ce système fut abandonné au moment de l'adoption définitive du chargement par la culasse, et remplacé par celui qui existe actuellement.

Fermetures de culasse. — Les premières bouches à feu se chargeant par la culasse reçurent la fermeture à double coin de Kreiner. Ce dispositif, abandonné aujourd'hui, même pour les pièces de campagne, était complétement insuffisant pour des canons tirant à forte charge; on le remplaça d'abord par le coin prismatique et, plus tard, par le coin cylindro-prismatique. Ce système est appliqué aux bouches à feu en acier de nouvelle fabrication. On a expérimenté d'ailleurs le mécanisme de fermeture avec vis à filets interrompus (système Treuille de Beaulieu); les résultats obtenus ont été très-satisfaisants.

Dans toutes les pièces, l'obturation est produite au moyen de l'anneau Broadwell; c'est en Russie que ce système a été employé pour la première fois d'une manière pratique.

Dispositions intérieures. — Le nombre des rayures varie avec les calibres. Le pas est constant et l'inclinaison sur la génératrice d'environ 3°. La largeur diminue de la culasse à la bouche; la profondeur est la même dans toute l'étendue de l'âme. L'âme et la chambre ont le même axe dans les bouches à feu de 12 et de 24, mais elles sont excentriques pour les canons de calibre supérieur.

Le tableau suivant fait connaître les bouches à feu employées dans chaque service et leurs dénominations :

GENRE de service.	DÉSIGNATIONS DES BOUCHES A FEU.	
SIÉGE.	Canons rayés de	24 long en acier, fretté (pour le tir à fortes charges).
		24 court en acier, fretté.
		24 en bronze.
		9 en acier ou en bronze.
	Mortiers rayés de	8 pouces (20c) en acier ou en bronze.
		6 pouces (15c) en bronze.
	Mortiers lisses de	2 pouds.
		1/2 poud.
PLACE.	Canons rayés de	8 pouces (20c) léger en acier.
		24 en bronze, en acier, en fonte ou en fonte fretté.
		24 court en fonte.
		12 en bronze, en acier, en fonte ou en fonte fretté.
	Mortiers rayés de	8 pouces (20c) en acier ou en bronze.
		6 pouces (15c) en bronze.
	Mortiers lisses de	5 pouds.
		1/2 poud.
		3 livres, à main.
	En outre, on utilise provisoirement les bouches à feu suivantes: Canon de 30 rayé en fonte, avec fermeture Wahrendorff; canons rayés se chargeant par la bouche: de 12 en acier, en bronze ou en fonte, de 24 en acier ou en fonte, et quelques bouches à feu lisses en fonte, licornes (obusiers) courtes et longues de 1 poud (20c), de 1/2 poud (15c); caronades de 96 (23c), de 36 (17c), de 24 (15c).	
COTE ET MARINE.	Canons rayés de	11 pouces (28c) en acier, fretté.
		9 pouces (23c) en acier, fretté.
		8 pouces (20c) en acier, fretté.
		8 pouces (20c) en acier, non fretté.
	Mortiers rayés de	11 pouces (28c).
		9 pouces (23c).
	Canon lisse en fonte de 15 pouces.	
	Canon à bombes de 3 pouds (27c).	
	Canon de 60 livres (19c).	
	Canon de 10 3/4 pouces en acier (27c).	

Bouches à feu de siége. — Une commission d'officiers d'artillerie et du génie fut chargée, en 1871, de régler la composition des équipages de siége. Le rapport déposé le 25 mai 1871 fut approuvé et servit de base à l'organisation actuelle [1].

[1] Rapport sur les travaux du Comité, *Journal d'artillerie russe*, n° 10, 1871.

Se fondant sur l'expérience de la guerre de 1870, la Commission reconnut indispensable de faire entrer dans les parcs de siége un canon à longue portée, spécialement destiné à agir dans les bombardements, et un canon court, plus léger, réservé pour le tir aux moyennes et petites distances et pour le tir en brèche.

Pour en faciliter le transport, on limita à 200 pouds (3 276 kil.) le poids de la pièce longue; on lui donna le même calibre qu'à la pièce de 24 en bronze déjà en service; enfin, pour l'alléger autant que possible, on résolut de la faire en acier avec frettes d'acier.

On donna le même calibre et des dispositions analogues au canon court, dont le poids fut limité à 100 pouds (1 638 kil.).

Ces deux bouches à feu furent immédiatement mises en commande et, dorénavant, elles formeront la base des équipages de siége.

La pièce de 24 en bronze pèse 2 233 kil., ses effets sont très-peu supérieurs à ceux du canon de 24 court et son admission dans les parcs semble n'être que provisoire.

Les mortiers rayés de 6 et 8 pouces se chargeant par la culasse remplacent avec avantage les mortiers lisses. Ils peuvent être employés indifféremment au tir de plein fouet et au tir vertical. Cependant, dans le tir à embrasures, leur âme courte constitue un inconvénient sérieux et on se propose de remplacer, dans ce cas, le mortier de 6 pouces par le canon de 24 court.

Les canons en acier sont munis du système de fermeture à coin cylindro-prismatique. La pièce de 24 en bronze et les mortiers rayés reçoivent le coin prismatique simple.

Le canon de 9 de l'équipage de siége n'est autre que le canon de campagne; il a une action suffisante contre le matériel et se recommande par sa légèreté relative.

Le mortier lisse de 2 pouds est en bronze ou en fonte; la chambre est cylindrique.

Le mortier de $^1/_2$ poud a les tourillons placés à la partie postérieure de la culasse. Par suite de cette disposition, le mortier est très-instable dans le tir; pour empêcher qu'il ne se renverse, on le maintient au moyen d'une chaîne embrassant la volée et fixée aux tenons de devant de l'affût.

Avant l'organisation actuelle, les équipages de siége comprenaient des canons de 8 pouces légers et des canons de 12 aujourd'hui affectés à l'armement des places.

La pièce de 8 pouces, pesant 5200 kil., est d'un transport souvent difficile; quant au canon de 12, il sera remplacé avec avantage par le canon de 24 court.

Bouches à feu de place. — Le canon de 8 pouces léger (pl. I, fig. 1) est en acier. Il est muni de 3 frettes dont l'une porte les tourillons; la fermeture est à coin cylindro-prismatique. Les canons de 24 et 12 en bronze sont à coin prismatique.

Les canons en fonte de ces deux calibres sont de plusieurs modèles: les uns, d'une construction ancienne, ont le double coin de Kreiner; les autres, plus récents, ont la fermeture à coin cylindro-prismatique.

La pièce de 24 court, en fonte, pèse 100 pouds (1638 kil.) comme la pièce en acier, mais elle a l'âme moins longue de 2 $^1/_2$ calibres, en compensation de la plus grande épaisseur des parois.

Parmi les pièces en service indiquées dans le tableau de la page 4, on signalera aussi une pièce de 30 (calibre de 16^c) en fonte, rayée, se chargeant par la culasse; c'est de toutes les bouches à feu de l'artillerie russe la seule qui soit munie de la fermeture Wahrendorff; il n'y en a d'ailleurs qu'un nombre très-restreint.

On utilise aussi, dans l'armement des places, quelques pièces de 24 et 12 en acier ou en fonte frettées, se chargeant par la culasse.

Parmi les canons rayés se chargeant par la bouche, provenant de l'armement primitif, on a déclassé les canons de 24 en bronze; ceux en fonte sont provisoirement conservés.

Les anciens canons de campagne peuvent servir pour la défense rapprochée ou le flanquement; quant aux canons lisses, ils sont évidemment destinés à disparaître sous peu de l'armement des places.

Les deux mortiers rayés de 6 et 8 pouces se chargeant par la culasse, employés dans l'attaque des places, le sont aussi pour leur défense. On utilise aussi, dans ce dernier cas, un mortier rayé en bronze de $^1/_2$ poud ou 6 pouces (calibre 15^c) se chargeant par la bouche, antérieurement adopté pour faire partie des parcs de siége. Il n'a pas de chambre; l'âme, relativement assez longue, présente six rayures à flancs presque parallèles.

Les mortiers lisses de 5 pouds ont, comme les mortiers de 2 pouds, une chambre cylindrique.

Le mortier à main en bronze, dont le poids n'est que de 12 kil., se tire sur chevalet. Il est placé sur une semelle venue de fonte. Le canal de lumière reçoit une cheminée de fusil contre laquelle vient s'abattre un marteau percuteur.

Bouches à feu de côte. — Au moment de l'adoption du chargement par la culasse, un petit nombre seulement de canons de 8 pouces se chargeant par la bouche était achevé; d'autres, encore en préparation, étaient les uns forés et tournés mais non rayés, les autres tournés extérieurement et non forés au calibre définitif, d'autres enfin encore à l'état brut.

Les canons de 8 pouces, déjà rayés, furent alésés à un

calibre plus considérable, transformés au chargement par la culasse et rayés à nouveau. Les canons en acier de 24 à longue portée subirent une modification semblable. Ce sont ces pièces qui, aujourd'hui, portent le nom de canons de 6,03 pouces et de 8 $^1/_2$ pouces.

Les autres pièces de 8 pouces qui n'étaient pas terminées furent aussi transformées au chargement par la culasse; on donna à chacune d'elles la longueur d'âme maxima et la forme que comportait l'état d'achèvement dans lequel elle se trouvait. On eut ainsi trois modèles de canons de 8 pouces non frettés.

Le système de fermeture des pièces de 6,03 et de 8 $^1/_2$ pouces est à double coin. Les autres canons de 8 pouces (pl. I, fig. 2) reçurent la fermeture à coin prismatique.

Les canons de 8 pouces (pl. I, fig. 3), de fabrication récente, sont frettés; le coin de fermeture est cylindro-prismatique.

Le canon de 9 pouces (pl. I, fig. 4) est analogue au précédent, mais il porte à la culasse un double frettage.

Jusqu'en 1868, les calibres précédents étaient les seuls en service. A cette époque, l'épaisseur donnée aux plaques des navires les rendit insuffisants, et on décida la création du canon de 11 pouces.

Cette bouche à feu (pl. I, fig. 5), essayée en 1869 contre une muraille cuirassée, du type de l'*Hercules*, donna d'excellents résultats et fut définitivement adoptée. Elle est renforcée à la culasse par un triple frettage. Sa fermeture est à coin cylindro-prismatique.

Contre le pont des navires, l'artillerie russe faisait d'abord usage de mortiers rayés de 6 et de 8 pouces; ces calibres furent jugés trop faibles; on les réserva aux équipages de siége et à l'armement des places; on leur substitua en principe des mortiers de 9 et 11 pouces actuellement en cours de fabrication.

Outre les pièces précédentes, il existe aussi en service une pièce de 1000 livres (14 pouces) [1]. On l'avait destinée d'abord à l'armement d'une des tours cuirassées de Cronstadt; on lui a substitué récemment deux pièces de 11 pouces.

Lorsque l'Amérique, s'appuyant sur une théorie abandonnée aujourd'hui, eut mis en service les canons lisses en fonte de Rodman, la Russie acheta plusieurs de ces pièces et en fit couler, dit-on, quelques-unes dans ses propres établissements. Ce sont les canons de 15 pouces (38c).

Les canons de 3 pouds sont de plusieurs modèles : les premiers fabriqués sont à chambre conique, les autres sont dépourvus de chambre.

Les canons de 60, dus au général Mayevski, ont été créés en 1857; un chanfrein pratiqué à la bouche facilite l'introduction du projectile.

Les canons de 10 3/4 pouces sont d'anciens canons de 8 pouces en acier d'abord rayés, puis alésés à leur nouveau calibre et laissés lisses.

Toutes ces bouches à feu sont employées à l'armement des côtes et à celui des vaisseaux. Les canons lisses sont destinés à la défense des passes.

Le tableau suivant, extrait de l'*Aide-Mémoire d'artillerie russe*, fait connaître les dimensions principales des bouches à feu rayées se chargeant par la culasse, qui constituent le système d'artillerie réglementaire; quelques-unes d'entre elles, récemment adoptées, sont en cours de fabrication et n'y figurent que pour mémoire.

---

[1] C'est l'une des deux pièces fabriquées par Krupp, qui l'a offerte à l'Empereur de Russie ; l'autre est à Kiel. Il s'en trouvait une à Paris en 1867 à l'Exposition universelle.

Dimensions principales des bouches à feu rayées se chargeant par la culasse.

DÉNOMINATIONS.		MÉTAL de la bouche à feu.	SYSTÈME de fermeture.	DIAMÈTRE de l'âme.	DIAMÈTRE de la chambre.	EXCENTRICITÉ de la chambre.	LONGUEUR de l'âme.	LONGUEUR de la partie rayée.	LONGUEUR totale de la bouche à feu.	LONGUEUR de la ligne de mire.	RAYURES. Nombre.	RAYURES. Pas en calibres.	RAYURES. Pas en millimètres.	RAYURES. Inclinaison.	RAYURES. Profondeur.	RAYURES. Largeur à la bouche.	RAYURES. Largeur à la culasse.	POIDS TOTAL.	PRÉPONDÉRANCE de culasse.	GENRE de service.
				mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm					mm	mm	mm	kil.	kil.	
CANONS DE	12	B	Prismatique	121,9	127,0	0	2132	1993	2409	912	18	50	6096	3°36′	1,5	14	16,5	938	139	Place.
		F	Cylind. pris.	121,9	127,0	0	2449	2080	2776	1135	18	50	6096	3°36′	1,5	14	17,8	1523	81	id.
	24	B	Prismatique	152,4	155,9	0	2908	2425	3231	1266	24	60	9144	2°59′	1,8	12,7	16,4	2235	223	Siége et place
		F	Cylind. pris.	152,4	155,9	0	2984	2502	3367	1387	24	60	9144	2°59′	1,8	12,7	17,0	3522	90	Place.
	24 long	A	id.	152,4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Siége.
	24 court	A	id.	152,4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Siége.
		F	id.	152,4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Place.
	8 p. léger	A	id.	203,2	210,3	1,3	2383	2202	3403	1449	30	60	12192	2°59′	2,3	14,2	17,6	5232	311	Place.
	8 p. fretté	A	id.	203,2	210,3	1,3	3835	3048	4445	2005	30	60	12192	2°59′	2,3	14,2	18,8	9026	589	Côte.
	9 p. id.	A	id.	228,6	237,0	1,3	3861	2845	4572	2102	32	60	13716	2°59′	2,8	15,1	18,6	14938	205	Côte.
	11 p. id.	A	id.	279,4	289,6	1,5	4750	3480	5588	2233	36	70	19558	2°34′	3,1	16,3	20,1	26040	0	Côte.
MORTIERS DE	6 p.	B	Prismatique	152,4	158,0	0	1016	533	1354	1298	24	40	6096	4°29′	1,8	16,4	16,4	1570	0	Siége et place.
	8 p.	B et A	id.	203,2	205,9	0	1379	804	1829	»	30	40	8113	4°29′	2,3	17,7	17,7	3931	0	Siége et place.
	9 p.	A	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Côte.
	11 p.	A	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Côte.

II. MUNITIONS.

Gargousses. — La poudre employée pour les bouches à feu de siége et de place, à l'exception des canons de 8

pouces légers et des mortiers rayés de 8 pouces, est la poudre ordinaire. Pour ces deux dernières et pour toutes les pièces de côte, lisses ou rayées, l'artillerie russe fait usage de poudre prismatique. Comme dosage, cette dernière ne diffère pas de la précédente, mais les grains sont moulés séparément sous une pression considérable qui augmente la densité de la matière. Leur forme est celle d'un prisme hexagonal percé de sept canaux parallèles à l'axe; chacun d'eux pèse 35 grammes. Dans les gargousses, ces prismes sont accolés les uns aux autres et disposés par couches de figure variable, suivant le poids de la charge, la couche supérieure pouvant être incomplète.

Les sachets sont en bourre de soie; le culot a la même forme que les couches de la charge, celle d'un hexagone irrégulier, mais formé de deux moitiés symétriques. La gargousse elle-même est prismatique.

Fusées. — Certains projectiles reçoivent les fusées de campagne, d'autres la fusée percutante du modèle prussien, et d'autres, enfin, tirés contre des obstacles verticaux, une fusée percutante spéciale dite *fusée Barantzoff*.

La tête des obus qui doivent être munis de la fusée prussienne, a une disposition légèrement différente de celle des obus prussiens (pl. I, fig. 6). Un canal perpendiculaire au logement de la goupille traverse le métal de l'obus et la tête de la goupille. On y engage un brin de mèche fixé par une ses extrémités à une petite masse en plomb logée dans une alvéole pratiquée sur la tête de l'obus. La goupille de sûreté ne devient libre que lorsque, par suite du mouvement de rotation, la masse de plomb a été lancée en entraînant le brin de mèche.

La fusée Barantzoff (pl. I, fig. 10) fonctionne par écrasement de la tête. Elle se compose d'un corps de fusée en laiton fileté extérieurement et surmonté d'un épaulement. Un canal central traverse la fusée de part en part; il re-

çoit à sa partie supérieure une cheminée de fusil sur laquelle se place une capsule fulminante. Une vis-écrou en laiton ferme le canal et recouvre la cheminée. Elle porte en son milieu un tampon en fer qui, au moment du choc, vient frapper la capsule. En temps ordinaire, la cheminée est enveloppée d'une coiffe en cuir; on n'arme la fusée qu'en chargeant la pièce.

Projectiles. — Les pièces de 12 et de 24 lancent des obus ordinaires, des obus à balles et des boîtes à mitraille. Pour les canons de 30 et de 8 pouces légers, on ne fait usage que d'obus ordinaires.

Les mortiers rayés tirent en principe les projectiles des canons de même calibre, mais avec le mortier de 6 pouces, on fait usage de préférence de l'obus du canon de 6,03 pouces dont le poids est plus considérable que celui de l'obus de 24.

Afin d'augmenter l'effet produit dans les terres, on a adopté récemment, pour les mortiers rayés de siége et de place, des obus allongés à parois minces renfermant une grande charge d'éclatement.

Les canons rayés de côte lancent trois sortes d'obus : des obus en fonte ordinaire (pl. I, fig. 7), des obus en fonte durcie (fig. 8) et des obus en acier (fig. 9). Les premiers sont armés de fusées percutantes; ils peuvent servir contre des obstacles en terre ou en maçonnerie, mais contre des blindages métalliques ils seraient insuffisants. Pour ce genre de tir, on les remplace par les projectiles plus résistants, en fonte durcie ou en acier, à tête allongée et dépourvus de fusées. Ils reçoivent une charge explosive et la chaleur dégagée par le choc suffit pour en déterminer l'inflammation.

les obus sont revêtus d'un manchon de plomb. ment, ce manchon était maintenu par des canne-

lures ménagées dans l'épaisseur de la paroi cylindrique, disposition qui obligeait à donner un poids considérable au manchon et à réduire la capacité du vide intérieur. Pour obvier à ces deux inconvénients, il a été décidé que dorénavant le manchon serait soudé et son épaisseur réduite. Cette modification a déjà été appliquée aux projectiles en acier.

Dans tous les obus de gros calibres, le culot est percé d'une ouverture qu'on ferme au moyen d'un tampon en fer vissé; elle sert au chargement des projectiles dépourvus de fusées et assure dans la coulée la stabilité du noyau.

Les tableaux suivants font connaître: le premier, le poids des charges employées; le second, les données relatives aux obus des différents calibres.

Pour les pièces de côte de 8, 9 et 11 pouces, il existe deux charges différentes servant, l'une (*charge diminuée*) dans le tir des obus ordinaires et le tir d'exercice, l'autre dans le tir des obus en fonte durcie ou en acier (1).

BOUCHES A FEU.	Poids de la charge		NATURE de la poudre.
	diminuée.	maxima.	
Canons de place de 12 en B. ou A.....	»	$1^k,434$	Poudre ordinaire.
Canons de place de 12 en F.....	»	$1^k,025$	id.
Canons de siége ou de place de 24 en B. ou A.	»	$2^k,867$	id.
Canons de siége ou de place de 24 en F.....	»	$2^k,050$	id.
Canon de place de 30 en F.....	»	$2^k,765$	id.
Canon de place de 8 pouces léger.....	»	$7^k,780$	Poud. prismatique
Canon de côte de 6,03 pouces.....	»	$4^k,914$	id.
Canon de côte de 8 pouces, non fretté.....	$8^k,190$	$10^k,240$	id.
id. de 8 pouces, fretté.....	$8^k,190$	$12^k,905$	id.
id. de 8 1/2 pouces.....	$8^k,190$	$10^k,240$	id.
id. de 9 pouces, fretté.....	$13^k,930$	$21^k,300$	id.
id. de 11 pouces, fretté.....	$24^k,570$	$37^k,475$	id.
Mortier rayé de 6 pouces.....	»	$3^k,270$	Poudre ordinaire.
id. de 8 pouces.....	»	$7^k.800$	Poud. prismatique
id. de 9 pouces.....	»	»	id.
id. de 11 pouces.....	»	»	id.

(1) *Journal d'artillerie* russe, janvier 1873.

ment. Un essieu placé à la partie antérieure de l'affût reçoit des roues basses en fonte ou des roues plus hautes en bois, suivant que la pièce doit tirer à embrasure ou à barbette.

A la crosse, les flasques sont munis d'une semelle ; une plaque de fer traversée par le dernier boulon d'assemblage, forme entretoise et sert de point d'appui à un levier à galet dans les mises en batterie.

Le mécanisme de pointage se compose de deux vis tournant l'une dans l'autre et portant chacune une manivelle. Dans le tir sous de grands angles, on ne fait usage que de la vis extérieure qui peut être baissée à fond sans venir rencontrer la plate-forme. La vis intérieure est alors complétement descendue; on ne s'en sert que lorsqu'on ne peut plus faire usage de la vis extérieure.

L'écrou est supporté par une semelle métallique et peut occuper deux positions différentes, de façon que l'affût puisse servir aux pièces de 24 et aux pièces de 12.

Les côtés supérieurs des flasques portent une cheville fixe et une autre mobile contre lesquelles on appuie les leviers pour soulever la culasse.

Il n'y a pas d'affût spécial pour le canon de 8 pouces léger, que l'on place sur l'un des affûts de côte destinés aux pièces de ce calibre.

Affûts de côte du Comité. — Le Comité de l'artillerie russe avait proposé deux modèles d'affûts de côte, construits d'après les mêmes principes et ne différant que par la hauteur des flasques. Ils étaient destinés, l'un aux batteries casematées, l'autre aux batteries découvertes. Ce dernier (pl. II, fig. 15) se compose de deux flasques en tôle, renforcés sur les bords par un fer à T et réunis par des entretoises également en tôle.

Un essieu placé à la partie antérieure reçoit des roues en fonte de $0^m,762$. La vis de pointage n'est pas double comme dans l'affût de place; son écrou est placé sur une semelle métallique fixée contre les flasques.

L'affût est guidé dans son mouvement par une directrice mobile autour d'un pivot; les côtés de cette directrice sont embrassés par deux appendices fixés l'un sur l'essieu et l'autre sur l'entretoise de crosse.

Dans les mises en batterie on soulève la queue de l'affût au moyen d'un levier à galet; une équerre métallique fixée sur la face supérieure de la directrice limite le déplacement en avant.

Ces affûts sont destinés aux canons rayés de 6,03 pouces, aux canons lisses de 60 livres et à ceux de 3 pouds.

Affût de côte Andreeff. — La disposition générale de cet affût est analogue à celle du précédent. On peut aussi l'employer dans les batteries casematées ou dans les batteries découvertes; dans le premier cas, l'essieu reçoit des roues en fonte de $0^m,460$ de diamètre, et dans le second des roues en bois de $0^m,760$. La vis de pointage peut occuper deux positions différentes. La crosse s'appuie directement sur la plate-forme; elle est guidée dans son mouvement par une directrice double. Cet affût peut recevoir les pièces de 3 pouds et les pièces de 60 livres.

Affût Gorloff (pl. II, fig. 16). — Construit d'abord pour les bouches à feu de 8 pouces se chargeant par la bouche, il est utilisé aujourd'hui pour tous les canons de ce calibre, de place ou de côte. Les flasques sont renforcés par des cornières fixées sur les bords et par des bandes de fer appliquées contre la paroi intérieure. Une ouverture ménagée dans le milieu de chaque flasque sert au passage d'une brague. L'affût repose directement sur la plate-forme; une directrice guide le mouvement.

Un essieu placé à la partie antérieure reçoit deux rouleaux en fonte qui n'appuient sur la plate-forme que lorsqu'on soulève la queue de l'affût. On se sert pour cela d'une vis tournant dans un écrou fixe et munie d'un galet à sa partie inférieure; on fait monter ou descendre cette vis au moyen d'un levier à déclic.

La vis de pointage est double comme celle de l'affût

		PROJECTILES DE							
		12	24 ou 6 pouces.	30	6,03 pouces.	8 pouces.	8 1/2 pouces.	9 pouces.	11 pouces.
		kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
Obus ordinaires.	Poids du noyau en fte.	8,396	19,656	24,980	24,530	52,416	55,402	80,877	140,049
	Poids du manchon. .	5,623	8,380	10,237	10,935	24,570	22,216	38,493	53,235
	Poids de la charge int.	0,546	1,025	1,228	1,352	2,767	2,900	3,482	6,132
	Poids de la fusée . .	0,200	0,100	0,200	0,100	0,100	0,100	0,100	»
	Poids total....	14,765	29,161	36,645	36,917	79,853	80,618	122,952	199,416
Obus allongés (mortiers de 6 et 8 p)	Poids du noyau en fte		2,180			»			
	Poids du manchon .		12,100			»			
	Poids de la charge int.		2,420			5,500			
	Poids de la fusée .		0,100			»			
	Poids total....		34,800			»			
Obus en fonte durcie.	Poids du noyau en fte				28,328	59,993	61,401	101,065	161,752
	Poids du manchon. .				9,061	17,919	19,247	20,066	53,235
	Poids de la charge. .				0,697	0,819	2,900	1,348	3,276
	Poids total....				38,086	78,731	83,548	122,479	218,263
Obus en acier (manch. soudé)	P. du noyau en acier.					74,325		111,384	204,750
	Poids du manchon. .					5,233		8,190	14,948
	Poids de la charge int.					2,253		3,276	5,529
	Poids total....					81,811		122,850	225,227

III. AFFUTS.

Affût de siége (pl. II, fig. 13). — Cet affût est en fer ; comme forme et comme disposition, il est analogue à l'affût de 9 de campagne. Les deux flasques en tôle sont renforcés sur leurs bords par des cornières et réunis au moyen de cinq boulons d'assemblage. Une plaque de fer, rivée sur les flasques près du bout de crosse, sert d'entretoise et porte la lunette de crosse. Sur chaque flasque, sont pratiqués deux encastrements de tourillons servant, l'un pour le tir, l'autre pour le transport.

Quand le canon est dans la position de route, la culasse repose sur un coussinet formé d'une plaque en fer très-épaisse et traversée par un des boulons d'assemblage.

Cet affût peut servir pour toutes les pièces de 24 de siége ou de place. Pour le transport, on se sert d'un avant-train de siége qui est analogue à l'avant-train français et auquel est adapté un siége en bois pour le conducteur des chevaux de derrière.

Affûts pour mortiers rayés. — Les mortiers de 6 et 8 pouces ont des affûts semblables ne différant que par les dimensions [1]. Ils servent dans l'attaque ou la défense des places. Pour le transport, on les place sur un chariot porte-corps; mais ce procédé pouvant présenter des difficultés sérieuses dans un siége, on a proposé de monter ces affûts sur roues et de les mettre sur avant-train au moyen d'une fausse flèche mobile, la pièce restant dans l'encastrement de tir. Les essais tentés dans cette voie avec un mortier de 6 pouces, paraissent avoir donné de bons résultats. Le poids total de la voiture s'élève à 4000 kil.; il faut 10 chevaux pour la traîner. L'affût du mortier de 8 pouces doit subir une transformation analogue.

Affûts pour mortiers lisses. — Les affûts des mortiers de 5 pouds et de 2 pouds sont formés de deux flasques en bronze ou en fonte réunis par des entretoises en bois. Le mortier de $^1/_2$ poud a un affût spécial (pl. I, fig. 12). Ses flasques, formés d'une plaque de tôle, sont supportés par des semelles en fer cornier et réunis par des boulons d'assemblage. Les tourillons sont maintenus dans leurs encastrements au moyen de brides métalliques.

A l'avant, l'affût porte un coussinet de pointage sur lequel on place des coins de différentes hauteurs, suivant l'angle de tir. Une chaîne passe par dessus la volée et empêche le mortier de se renverser.

La semelle du *mortier à main* (pl. I, fig. 11) est boulonnée sur un fût en bois muni à sa partie antérieure d'une cheville. Le mortier se tire sur un chevalet; la cheville pénètre dans un logement spécial et sert d'axe de rotation, ce qui facilite le pointage.

Affût de place Nasvietevitch (pl. II, fig. 17). — Cet affût, qui date de 1865, se compose de deux flasques en tôle de $9^{mm},5$ d'épaisseur, renforcés par des cornières et réunis par des boulons transversaux avec manchons d'écarte-

---

[1] Voir pour la description de ces affûts la *Revue d'artillerie*, livr. de février, p. 391.

ceux en usage dans certains affûts de la marine française; ils se composent de deux mâchoires munies de patins en bois et disposés à droite et à gauche du fer à double T du châssis. Ces mâchoires sont supportées par une pièce en fer qui embrasse le côté du châssis. Des vis solides traversent les branches de cette pièce et permettent de rapprocher ou d'éloigner les patins. L'une de ces vis, placée à l'intérieur du châssis, porte un levier sur lequel agit l'affût dans le recul; l'autre, placée à l'extérieur, permet de régler le serrage.

Le châssis tourne autour d'une cheville ouvrière placée à une assez grande distance en avant et repose sur quatre roues en fonte. Les roues de derrière sont munies d'engrenages qu'on fait mouvoir au moyen d'une vis sans fin; les déplacements latéraux s'effectuent assez rapidement.

Les pièces de côte qui ont généralement à tirer contre des buts mobiles animés d'une certaine vitesse, doivent pouvoir se déplacer latéralement assez promptement pour suivre un navire passant à faible distance. Avec les poids énormes de la bouche à feu et de l'affût, ce résultat ne peut s'obtenir que par des mécanismes compliqués. L'artillerie russe a entrepris à ce sujet des recherches qui, paraît-il, ont donné de bons résultats.

L'une des batteries qui défendent les abords de Cronstadt, possède six tours cuirassées armées chacune de deux pièces de 11 pouces.

Pour pouvoir donner à ces embrasures des dimensions aussi réduites que possible, il faut que la pièce puisse pivoter autour de sa bouche, ce qui exige qu'on soulève ou qu'on abaisse les tourillons.

Dans certains dispositifs proposés, on soulevait tout le système du châssis et de l'affût; dans d'autres, on déplaçait seulement les tourillons. La première solution a été rejetée comme trop compliquée; quelques affûts construits d'après le deuxième principe ont été mis en commande. Ils sont dus au colonel Semenoff (1).

(1) *Journal d'artillerie russe*, n° 4, 1872.

IV. EFFETS DU TIR.

Les deux tableaux suivants (1) font connaître les principaux éléments du tir des canons :

Tir des canons de siége et de place.

		Distance de tir.	Angles de tir.	Angles de chute.	Vitesses.	Écarts moyens quadratiques en direction.	Écarts moyens quadratiques en hauteur.	Écarts moyens quadratiques en portée.
		m.			m.	m.	m.	m.
12 EN BRONZE.	Poids de la charge, 1k,434..... Poids du projectile, 14k,7.....	0	»	»	306			
		500	1°25′	1°32′	293	0,20	0,23	8,1
		1000	3°10′	3°15′	277	0,54	0,68	11,7
		1500	4°55′	5°15′	262	0,98	1,44	15,4
		2000	6°50′	7°55′	245	1,46	2,56	17,7
		2500	9° 0′	11°45′	229	2,06	4,27	20,0
		3000	11°40′	16° 5′	215	2,77	7,15	22,2
		3500	14°45′	20°45′	200	3,73	12,50	30,9
		4000	18° 5′	26°20′	193	5,06	19,60	39,2
		4500	21°55′	32°20′	184	6,65	31,40	48,2
24 EN BRONZE.	Poids de la charge, 2k,867..... Poids du projectile, 29 kil.....	0	»	»	324	»	»	»
		500	1°25′	1°30′	304	0,39	0,21	7,7
		1000	3°	3°10′	284	0,82	0,58	11,4
		1500	4°40′	5° 5′	264	1,28	1,22	14,1
		2000	6°25′	7° 5′	247	1,77	2,05	16,8
		2500	8°15′	9°20′	231	2,38	3,25	19,5
		3000	10°15′	12°15′	216	2,97	5,15	23,5
		3500	12°30′	16°	204	3,66	8,85	30,7
		4000	15°	20°10′	193	4,42	16,15	43,9
		4500	17°55′	24°35′	183	5,21	28,00	61,6
		5000	21° 5′	30°	176	6,00	47,00	80,2
8 POUCES LÉGER.	Poids de la charge (P. P.), 7k,780 Poids du projectile, 79k,8.....	0		»	319	»	»	»
		500	2°	2° 5′	305	0,23	0,27	10,7
		1000	2°55′	3°10′	291	0,55	0,70	13,2
		1500	4°35′	4°55′	279	0,82	1,31	15,8
		2000	6°15′	7°	270	1,31	2,30	18,6
		2500	8°10′	9°25′	262	1,96	3,70	21,8
		3000	10° 5′	11°50′	254	2,79	5,76	25,8
		3500	12°10′	14°35′	247	3,82	9,15	32,0
		4000	14°35′	17°25′	241	4,90	15,25	40,3
		4500	16°55′	20°30′	238	6,55	27,00	63,8
		5000	19°35′	24°	236	7,94	47,90	101,4

(1) Ces tableaux ont été extraits, le premier de l'*Aide-mémoire d'artillerie russe*, le second du *Journal d'artillerie russe* (janvier 1873).

Tir des canons de côte.

		DISTANCE de tir.	ANGLES DE tir.	ANGLES DE chute.	VITESSE.
		mètres.			mètres.
Canon de 8 pouces fretté.	Poids de la charge (P P.) 12k,905.... Poids du projectile, 79k.....	0	»	»	401
		500	0°50′	0°55′	377
		1000	1°50′	2° 5′	345
		1500	2°55′	3°20′	323
		2000	4° 5′	5°10′	302
		3000	7° 5′	9°15′	272
Canon de 9 pouces fretté.	Poids de la charge (PP.) 21k,300..... Poids du projectile 122k.....	0	»	»	403
		500	0°55′	1° 0′	373
		1000	1°55′	2° 5′	346
		1500	3° 0′	3°25′	331
		2000	4°10′	4°55′	317
		3000	6°55′	9°25′	295
		4000	9°55′	12°25′	280
		5000	13°35′	16°55′	268
Canon de 11 pouces fretté.	Poids de la charge (PP.) 37k,475..... Poids du projectile, 225k.....	0	»	»	386
		500	0°55′	0° 0′	362
		1000	2° 0′	2°15′	346
		1500	3°10′	3°35′	331
		2000	4°20′	4°55′	319
		3000	7° 2′	8°20′	300
		4000	10° 5′	12° 0′	286
		5000	13°35′	16°15′	193

Contre les blindages métalliques, un projectile peut agir de deux manières différentes : par choc ou par perforation. Dans le premier cas, les assemblages sont disloqués; dans le second, le projectile traversant la cuirasse vient frapper le matériel et les servants. Lorsque l'ouverture placée dans la muraille est placée au-dessous de la ligne de flottaison, elle détermine une voie d'eau difficile à aveugler, surtout lorsque le projectile éclate au milieu du bordage. On doit donc chercher à produire surtout des effets de perforation; ils dépendent de la forme du projectile, de son diamètre et principalement de sa force vive au point d'arrivée.

L'augmentation d'épaisseur des cuirasses força l'artillerie à accroître successivement ses calibres. Le premier bâtiment cuirassé, la *Gloire*, fut construit dans les chan-

tiers de la marine française; les plaques dont il était revêtu avaient 12^{c}; aujourd'hui l'épaisseur des plaques dépasse 30^{c}. Le calibre des canons rayés destinés au tir contre ces plaques ont varié de 8 à 11 pouces, et cette dernière limite a déjà été dépassée par plusieurs puissances.

Les expériences faites en 1865 par l'artillerie prussienne avec le canon de 8 pouces avaient fait reconnaître que ce canon était insuffisant contre des plaques de 12^{c}. C'est vers cette époque que la Russie adopta le canon de 9 pouces (228^{mm},6); en 1869, elle adopta un canon de 11 pouces (279^{mm},4), avec lequel elle fit des expériences contre une cible représentant la muraille du vaisseau anglais *Hercules*, du type le plus puissant connu à cette époque (bordage en bois de Teak de 915^{mm} d'épaisseur, revêtu à sa partie inférieure de plaques de 305^{mm}, et à sa partie supérieure de plaques de 228^{mm}). Les résultats obtenus furent les suivants :

Jusqu'à la distance de 1 874 mètres, le projectile de 11 pouces peut percer les plaques et s'enfonce dans le bordage où il reste logé;

A la distance de 1 067 mètres, la muraille est complétement traversée ;

A 768 mètres, la muraille est complétement traversée et le projectile conserve encore une grande vitesse.

Le canon de 11 pouces qui arme une grande partie des batteries de Cronstadt, peut donc être considéré comme suffisamment efficace contre les vaisseaux cuirassés actuels.

V. Manceron, *capitaine d'artillerie*,
[d'après les documents traduits du russe par M. *Rossignol*,
capitaine de chasseurs à pied],
(2e bureau de l'état-major général du Ministre de la guerre).

(A suivre.)

PROJET DE CANON DE CAMPAGNE

Par M. Du Pan, chef d'escadron d'artillerie de la marine [1].

BASES DU PROJET.

Les récentes modifications que la tactique a dû subir par suite de l'adoption générale du fusil à grande portée et à tir rapide, font ressortir aujourd'hui, plus vivement que jamais, la nécessité d'accroître l'efficacité de l'artillerie de campagne. On a cherché, dans ce projet, à réaliser cet important progrès au moyen *d'une augmentation notable de la tension de la trajectoire et des effets d'éclatement des projectiles.*

Le poids du canon serait de 450 kil.; l'affût, analogue (comme poids seulement) à celui de 12 existant, pèserait environ 550 kil. : ce qui fournirait pour le système total un poids de 1000 kil., très-admissible, lorsqu'il s'agit d'une pièce d'artillerie divisionnaire attelée à six chevaux. Avec les données précédentes, on peut établir approximativement les bases du projet.

Le déplacement de la pièce, par l'effet du recul, ne doit pas être trop considérable, sous peine d'imposer aux servants une fatigue exagérée au moment de la mise en batterie [2]. Mais il convient de remarquer que ce déplacement peut être notablement réduit au moyen d'un système de freins analogue à celui qui vient d'être adopté par l'artillerie italienne. Pour déterminer la vitesse de recul du système (canon et affût), on est donc plutôt limité par

---

[1] Dans ce résumé, rédigé longtemps après le projet primitif qui avait été établi en réponse à la circulaire ministérielle du 5 août 1871, l'auteur a cru devoir introduire diverses modifications soumises successivement au Président du Comité de l'artillerie, et dont l'utilité avait été démontrée par une étude plus approfondie de la question.

[2] Pour peu que le feu se prolonge, la fatigue causée aux servants par la mise en batterie produit un ralentissement très-sensible dans la vitesse du tir. Il paraît donc utile de réduire cette fatigue au minimum.

la condition d'éviter des percussions trop violentes au moment du tir [1]. En fixant à $2^m,40$ la vitesse du recul, on se placera approximativement dans les conditions de plusieurs systèmes d'artillerie actuellement en service. Si l'on observe que les percussions seront certainement atténuées par l'emploi d'une poudre à combustion lente, qu'en outre l'adoption d'un affût en fer permettra d'obtenir, à poids égal, une résistance supérieure à celle d'un affût en bois, l'on sera porté à considérer la vitesse de recul indiquée ci-dessus comme parfaitement compatible avec les exigences d'un bon service.

En admettant les hypothèses précédentes, les vitesses initiales que l'on pourra réaliser avec des projectiles de poids différents seront:

400 mètres	avec un projectile de	$6^k,000$
436	id.	5 ,500
480	id.	5 ,500
533	id.	4 ,500
600	id.	4 ,000

Il y a certainement des difficultés de plusieurs espèces à résoudre pour arriver à la réalisation *utile et pratique* d'une vitesse initiale de 600 mètres. Sans désespérer aucunement du succès qui est dévolu à ce genre de recherches, il paraît plus sûr d'expérimenter d'abord des vitesses inférieures. Telle est la raison qui nous a engagé à ne proposer que deux projectiles pour les premiers essais: l'un de 5 kil., destiné à être tiré avec la vitesse de 480 mètres environ, l'autre de $4^k,500$ avec 533 mètres. Les expériences comparatives exécutées sur ces deux projectiles pourront seules faire apprécier l'utilité de vitesses supérieures, en même temps qu'elles indiqueront la nature

---

[1] Dans ces recherches, on s'est servi de la formule $pv = PV$, dans laquelle p représente le poids du projectile, v sa vitesse initiale, P le poids de la pièce et de son affût et V la vitesse du recul. Cette formule approximative donne des résultats suffisants pour des comparaisons du genre de celles dont il s'agit ici. En l'appliquant à différents systèmes d'artillerie en service, on trouve les vitesses de recul suivantes : $2^m,30$ pour le canon de 7 français, $2^m,38$ pour le canon allemand de 4, $2^m,42$ pour celui de 6, $2^m,37$ pour le nouveau canon italien de 75 millimètres.

et l'étendue des difficultés à surmonter pour les obtenir dans des conditions réellement avantageuses.

On a cherché, en outre, dans ce projet, à accroître singulièrement les effets d'éclatement des projectiles, en s'appuyant sur des considérations que l'on exposera ici brièvement. Les colonnes profondes d'infanterie paraissent devoir disparaître presque complétement des champs de bataille, pour y être remplacées par des lignes minces, fort étendues, largement espacées, offrant nécessairement beaucoup moins de prise au feu ennemi. Le mode d'éclatement des projectiles nouveaux doit être réglé, non plus en vue de la première formation qui ne sera qu'exceptionnelle à l'avenir, mais en prévision de la seconde qui sera plus généralement adoptée. Dans ce dernier cas, il semble qu'un obus à fusée percutante, éclatant *en avant de la ligne de bataille* et dispersant latéralement ses éclats jusqu'à une grande distance, sera le projectile le plus meurtrier. Il est évident, d'ailleurs, qu'un tel projectile venant à éclater *au milieu d'une colonne compacte,* pourra également y produire de grands ravages. Si l'on considère encore les avantages fournis par de puissants effets d'éclatement, lorsqu'il s'agit de détruire du matériel, des obstacles résistants, etc., et même l'effet moral incontestable exercé sur le soldat par la détonation d'une forte charge explosive, on sera disposé à employer des poudres très-énergiques pour le chargement des projectiles creux de campagne. Dans cet ordre d'idées, l'on propose d'adopter comme poudre d'éclatement *les poudres au picrate de potasse*, et plus spécialement le produit explosif que l'on obtient en mélangeant intimement, par parties égales, le salpêtre et le picrate de potasse. Cette dernière poudre est presque aussi puissante que le picrate seul, tout en étant beaucoup plus économique.

Détermination du calibre. — Au point de vue de la résistance de l'air, il serait à désirer que l'on pût faire usage 'ectiles très-allongés; mais jusqu'à présent la réali-

sation de pareilles formes a entraîné quelques inconvénients particuliers, notamment une réduction de la justesse en portée (1). Une proportion dont l'expérience a consacré les bons résultats, est celle qui consiste à donner aux projectiles une longueur égale à trois fois leur diamètre. C'est exactement celle qui a été choisie dans ce projet.

La partie antérieure des projectiles a une influence très-marquée sur la conservation de la vitesse et, par conséquent, sur la tension de la trajectoire. On donnera à cette partie la forme d'une ogive assez effilée, dont le rayon sera le double du diamètre du projectile. L'ogive se raccordera avec une partie cylindrique terminée par un culot plat à angles arrondis (2).

La forme générale du projectile ainsi définie, l'on peut calculer les dimensions d'un obus de poids déterminé assujetti à la condition de renfermer une charge d'éclatement suffisante. On a été ainsi conduit, en supposant le poids du projectile de $4^k,500$ et admettant une charge d'éclatement de 200 grammes, à adopter 75^{mm} pour le diamètre extérieur de l'obus. Un jeu de 1^{mm} entre le projectile et les parois de l'âme paraissant très-convenable pour un canon se chargeant par la culasse, le calibre se trouve ainsi fixé à 76^{mm}.

PROJECTILES.

Le tableau suivant contient quelques éléments relatifs aux deux projectiles d'expériences de $4^k,500$ et de $5^k,000$.

---

(1) Pour maintenir convenablement sur la trajectoire un projectile très-allongé, il est nécessaire de lui imprimer un mouvement de rotation extrêmement rapide, ce qui exige l'emploi de rayures fort inclinées. De là résultent généralement : une moindre facilité pour le projectile à se mouvoir dans l'âme, des pressions irrégulières influant sur le mode de combustion de la poudre et par suite des écarts de vitesses. Le système Whitworth, qui est sans doute le plus favorable à la rotation rapide des projectiles, ne paraît pas entièrement à l'abri de l'inconvénient signalé ici. Les rayures paraboliques qui facilitent le mouvement du projectile dans l'âme paraissent au contraire favorables au tir des obus allongés.

(2) Dans le projet primitif, on avait proposé un obus à culot arrondi ; mais à la suite d'expériences récentes, les formes rentrées de l'arrière ont paru désavantageuses au mouvement du projectile dans l'âme. Si les obus Whitworth à arrière conique donnent de bons résultats, cela peut provenir de la manière particulière dont ils sont maintenus dans l'âme.

POIDS des obus chargés.	POIDS de la charge intérieure.	DENSITÉ moyenne de l'obus chargé.	POIDS par centimètre carré de section transversale.	DISTANCE AU CULOT du centre de figure.	DISTANCE AU CULOT du centre de gravité.
$4^k,500$	200 grammes	5.653	$96^{gr},6$	$98^{mm},4$	$102^{mm},2$
$5^k,000$	140 id.	6.281	$107^{gr},4$	$98^{mm},4$	$100^{mm},0$

L'obus de $4^k,500$ présente un vide intérieur suffisant pour recevoir une charge de poudre ordinaire; mais il sera préférable de le remplir de poudre au picrate, ce qui lui assurera une puissance d'éclatement remarquable.

L'obus de $5^k,000$, à cause de sa capacité restreinte, comporte absolument l'emploi de cette dernière poudre; on obtiendra du reste ainsi les mêmes effets explosifs qu'avec 560 grammes environ de poudre de guerre.

En raison du poids considérable que ces projectiles présentent par centimètre carré de section transversale, on ne saurait faire usage de la fonte ordinaire pour leur confection si on devait les tirer avec de fortes charges de poudre à canon en service. Dans de telles conditions, les obus se refouleraient sur eux-mêmes, en produisant un gonflement de leur surface extérieure qui pourrait compromettre la résistance de la bouche à feu (1); aussi, serait-il indispensable de couler les obus en fonte dure d'excellente qualité. Mais, en faisant usage d'une poudre progressive appropriée au canon, la fonte ordinaire sera sans doute suffisante.

Après avoir décidé, d'après les résultats des tirs, quel est le projectile réellement le plus avantageux, il conviendra de modifier le vide intérieur de manière à y préparer des lignes de rupture assurant l'éclatement de l'obus en un nombre régulier de fragments.

Montage. (Pl. III, fig. 1.)—Deux ceintures métalliques d'une faible largeur embrassant toute la circonférence de l'obus sont placées dans des encastrements à queue d'hironde.

(1) Dans les expériences de Gâvre, des obus à parois assez épaisses présentant 88 grammes seulement par centimètre carré de section transversale, se sont ainsi refoulés en faisant usage d'une charge de poudre du Ripault, qui n'était pas même du sixième du poids du projectile.

La ceinture antérieure, destinée seulement à soutenir le projectile, est en zinc, par raison d'économie; son diamètre est très-légèrement supérieur à celui de l'âme dans les cloisons. La ceinture postérieure, qui doit produire l'obturation et communiquer le mouvement de rotation au projectile, est en cuivre parce que ce métal est peu fusible et qu'il fournit un forcement très-régulier. Le diamètre de cette ceinture est sensiblement supérieur à celui du fond des rayures; le profil en est tronconique, de façon que le forcement se produise seulement par l'arête postérieure au début du mouvement du projectile. On a cherché par cette disposition à faciliter le déplacement de l'obus, ce qui doit réduire les chances d'arrachement des ceintures et diminuer les pressions initiales qui sont les plus dangereuses pour les bouches à feu. Une rainure pratiquée à l'arrière de la ceinture donne une certaine élasticité à cette partie qui doit remplir le rôle d'un obturateur ordinaire en se moulant sur les parois de l'âme.

Fusée percutante en bronze. (Pl. III, fig. 2.) — La fusée est percée suivant sa longueur d'un canal cylindrique, au fond duquel se trouve fixée une pointe en acier; ce canal sert de logement à un percuteur en bronze dont la tête est garnie d'une capsule à deux trous modèle 1866; le vide central du percuteur est rempli de poudre de chasse; son extrémité inférieure est fermée au moyen d'une coiffe en étoffe. Deux freins en plomb maintiennent le percuteur en place; ils doivent se rompre au moment où le projectile touche le sol. Une rondelle en acier, *a*, vissée derrière le percuteur, prévient tout mouvement de celui-ci au départ de l'obus. L'aiguille et la capsule sont séparées par une lamette en cuivre, retenue sur la fusée au moyen d'un léger anneau en laiton. Au moment du tir, on brise cet anneau et l'on tire la lamette. Un coin en plomb, *b*, destiné à se refouler par inertie, ferme tout passage aux gaz de la charge, au cas où l'obturation de la ceinture postérieure serait incomplète.

Une fusée ainsi disposée semble pouvoir armer sans danger les obus placés dans les coffres; elle n'exige, pour fonctionner, qu'une opération très-simple à exécuter sur un champ de bataille.

BOUCHE A FEU.

Choix du métal à canon. — Il suffit de se rappeler combien étaient rapides les dégradations observées dans les canons en bronze, lorsqu'on tirait le boulet sphérique à la charge de $^1/_2$, pour se rendre un compte exact des difficultés que l'on éprouve à employer de fortes charges de poudre ordinaire, avec obus allongés, dans des bouches à feu de cette espèce (1). Sans doute, en adoptant un calibre convenable et une poudre à combustion lente, on pourrait réaliser d'assez grandes vitesses avec moins d'inconvénients, mais les qualités balistiques se ressentiraient toujours des proportions défectueuses imposées par la nature même du métal de la bouche à feu.

En adoptant le plus résistant des métaux connus, c'est-à-dire l'acier, l'on pourra, au contraire, pousser jusqu'à leur limite extrême les progrès que l'artillerie est appelée à réaliser. Il sera possible, avec des poudres spéciales, de faire impunément usage de charges que l'on considérait encore récemment comme inadmissibles dans des canons rayés; on pourra également réduire autant qu'il est nécessaire le calibre des projectiles de manière à assurer la conservation de leur vitesse pendant leur trajet dans l'air. Aussi, malgré les difficultés que présente toujours une fabrication nouvelle, ne doit-on pas hésiter à adopter l'acier pour la construction du nouveau canon de campagne.

Mécanisme de culasse. — L'opinion de la plupart des artilleurs se trouve actuellement partagée entre deux sys-

---

(1) Le poids d'un boulet sphérique de 75mm de diamètre serait 1k,592 et la charge de $^1/_2$ serait 0k,796. Si une bouche à feu en bronze se dégrade rapidement avec un tel chargement, on peut juger quel serait l'effet produit par une charge de poudre à canon ordinaire de 0k,900 avec un obus allongé de 4k,500 ou 5k,000.

tèmes de fermeture : l'un à coin, l'autre à vis centrale. Le dernier système a été adopté dans ce projet parce qu'il paraît présenter les avantages suivants :

1° *Extrême solidité.* — La résistance d'une bouche à feu est moins affaiblie par l'emploi d'une vis centrale que par celui d'un coin transversal.

2° *Facilité d'installation d'une lumière centrale.* — Le canon de 7 en est un exemple. Il est au contraire fort difficile de disposer une lumière au centre du coin, dans des canons de petit calibre [1]..

3° *Protection efficace de toutes les parties du mécanisme de culasse.* — Cela résulte de ce que tout le système est mis à l'abri des balles ou des éclats d'obus derrière la culasse du canon. Dans le système à coin, au contraire, différentes pièces placées sur le côté sont exposées aux atteintes des projectiles, ce qui peut en compromettre le fonctionnement.

4° *Facilité de chargement pour les canons de petit calibre.* — On peut charger à la main, sans se servir de refouloir et en poussant simplement le projectile avec le sachet, parce que l'ouverture centrale dont on dispose est plus large qu'avec tout autre système.

Il est inutile de parler de la facilité de manœuvre qui est à peu près égale dans les deux systèmes comparés. Cependant on peut encore remarquer un inconvénient du système à coin qui consiste en ce que le sachet peut être crevé pour peu qu'il déborde en arrière de sa position normale dans la chambre à poudre. On observera enfin que le chargeur est mieux protégé contre les projectiles lorsqu'il se trouve placé derrière le canon que sur le côté.

La vis de culasse (pl. III, fig. 4 et 6) est en acier. Le

---

[1] Si, dans ce projet, l'on n'a point disposé la lumière au centre de l'âme, cela tient uniquement à la condition imposée par le programme de pouvoir tirer des charges de poudre à canon ordinaire. On sait que la lumière centrale a pour effet d'exagérer l'action déjà très-offensive de cette poudre sur la culasse. Mais cet inconvénient n'étant plus à redouter lorsqu'on fait usage d'une poudre à combustion lente, il y a alors un réel avantage à placer la lumière à l'arrière au point de vue de la résistance des canons, de la facilité d'installation d'un système de sûreté et enfin de la régularité d'inflammation de la charge.

pas du filet est de 9^{mm}. Le profil en est triangulaire par raison de solidité ; les angles rentrants sont arrondis par un arc de cercle de $1^{mm},5$ de rayon, afin de diminuer les chances de déculassement du canon lorsqu'on fera usage de poudres vives. Les angles saillants des filets sont arrondis suivant un arc de cercle de 1^{mm}, afin de ne point blesser le chargeur lorsqu'il introduit sa main dans la culasse.

La vis est munie d'une rondelle à sa partie antérieure, de façon qu'on puisse remplacer cette portion de la fermeture, au cas où elle viendrait à se dégrader. Un coussin en cuivre garnit la face antérieure de la rondelle au portage de l'obturateur (fig. 5) ; un goujon empêche tout mouvement de rotation de la rondelle autour de son axe, de manière que les mêmes parties de l'obturateur et du coussin se trouvent toujours en contact.

La manivelle de culasse (fig. 3 et 4) fait corps avec une rondelle fixée sur la face postérieure de la vis. Une poignée, rivée par ses deux extrémités dans cet anneau, sert à tirer ou pousser la culasse; les dimensions adoptées sont telles que l'on puisse embarrer dans la poignée avec le petit bout d'un levier de pointage, au cas peu probable où il se manifesterait quelque difficulté de manœuvre.

Le volet dans lequel glisse la culasse est en bronze ; sa charnière se trouve placée à droite parce que cette position est plus commode pour le chargement exécuté par le pointeur. Deux buttoirs vissés dans le volet assurent la position d'ouverture et de fermeture de la vis, et empêchent en outre qu'elle ne sorte du volet lorsqu'on la tire en arrière. La tête du buttoir supérieur est apparente à l'extérieur de manière qu'on puisse serrer cette vis lorsqu'on veut empêcher la culasse de s'ouvrir pendant les marches, au parc, etc. Un linguet en acier maintient le volet fermé tant qu'on n'a pas retiré la vis en arrière jusqu'à la position où elle peut tourner autour du pivot de la charnière; à ce moment, la queue du linguet venant buter contre

l'extrémité d'une rainure de la vis de culasse, le volet s'ouvre automatiquement.

Obturateurs. (Pl. III, fig. 5.) — On propose deux espèces d'obturateurs différant légèrement entre eux par les dimensions; l'un est en cuivre, l'autre en acier. Le premier fonctionne très-bien avec les poudres lentes; il n'exige pas un ajustage soigné parce que le métal dont il est formé se moule facilement dans son logement; il présente, en outre, cet avantage que l'obturation peut rester complète même dans le cas où de petits fragments de corps étrangers (grains de sable, crasses, débris de sachets, etc.) viendraient à se loger entre les parties en contact. Mais un tel obturateur serait déformé assez rapidement si l'on faisait usage d'une poudre vive telle que la poudre à canon actuellement en service. Pour ce dernier cas, il serait préférable de recourir à l'obturateur en acier qui, sans posséder les mêmes avantages que le précédent, est néanmoins plus résistant.

Formes intérieures de la bouche à feu. — Le vide intérieur du canon comprend les parties suivantes, de la culasse à la bouche : 1° le logement tronconique du volet; 2° le logement de la vis de culasse avec son écrou formé de trois secteurs pleins et autant de secteurs vides; 3° le logement de l'obturateur très-légèrement tronconique; 4° l'évasement de l'entrée de la chambre à poudre destiné à faciliter l'introduction du projectile; 5° la chambre à poudre cylindrique au diamètre de 80^{mm}; 6° le premier tronc de cône de raccordement dont les génératrices sont inclinées à $^1/_{20}$ sur celle de l'âme et contre lequel vient buter la ceinture arrière; 7° le second tronc de cône de raccordement, beaucoup plus allongé que le précédent et contre lequel vient s'appuyer la ceinture avant du projectile, de telle sorte que celui-ci soit exactement centré à sa position initiale; 8° l'âme proprement dite au diamètre de 76^{mm}.

Formes extérieures de la bouche à feu. — On doit s'efforcer

d'accroître la résistance des canons bien plutôt par l'amélioration de la qualité du métal employé dans leur construction que par une augmentation exagérée des dimensions de leurs parois (1). Au delà d'un calibre environ d'épaisseur, la résistance d'une bouche à feu est fort peu augmentée par un surcroît de métal placé à l'extérieur, tandis que le poids de la pièce (élément fort important à considérer dans l'artillerie de campagne) en est considérablement accru. Aussi, dans ce projet, n'a-t-on donné que 70^{mm} ou $0^{cal},92$ d'épaisseur aux parois de la chambre à poudre ; mais l'acier mis en œuvre pour la fabrication du canon devra être de très-bonne qualité, énergiquement martelé, puis trempé à l'huile ; on aura soin de prendre toutes les précautions reconnues nécessaires pour assurer à ces diverses opérations leur maximum d'efficacité.

L'épaisseur de paroi ménagée autour de la chambre à poudre se continue jusqu'à deux calibres et demi en avant de la position initiale du culot, parce que les tensions les plus élevées ne paraissent jamais dépasser ce point. Au delà, les pressions intérieures décroissant rapidement à mesure que le projectile s'avance dans l'âme, l'épaisseur diminue elle-même d'une manière très-sensible,

(1) Il est facile de justifier cette assertion par un exemple tiré de ce projet. En se servant de la formule de Lamé relative aux tubes creux élastiques $P = T\frac{R^2 - r^2}{R^2 + r^2}$, dans laquelle R et r sont les rayons extérieur et intérieur de la bouche à feu, P sa résistance, et T la pression que l'on peut faire supporter avec sécurité au métal considéré, on peut, en effet, dresser le tableau suivant indiquant la résistance du canon projeté pour des qualités diverses d'acier martelé et trempé à l'huile.

QUALITÉS DE L'ACIER considéré.	VALEURS correspondantes de T (en kil. par c/m c.).	RÉSISTANCES du canon P (kil. par c/m c.).
Excellente	3500	2718
Très-bonne	3000	2330
Ordinaire	2500	1942

En supposant que le canon projeté dût être fabriqué avec l'acier de la dernière qualité, mais qu'on doublât l'épaisseur de ses parois autour de la chambre à poudre, on n'arriverait, d'après la même formule, qu'à réaliser une résistance de 2275 kil. par c/m c. Ainsi, l'avantage que l'on retirerait d'une telle surépaisseur n'équivaudrait pas à celui obtenu en augmentant d'un cinquième seulement la tenacité du métal destiné à la bouche à feu.

de façon à n'être plus que de 50^{mm} environ à hauteur des tourillons. Plus loin, l'épaisseur des parois décroît encore régulièrement jusqu'à la tranche de la bouche où elle est de 30^{mm}. Si l'on n'eût considéré que les pressions intérieures, il eût été certainement possible de réduire cette dernière dimension; mais on n'a pas cru devoir le faire, afin de conserver une solidité suffisante à cette partie du canon exposée à certains chocs pendant les transports, les marches, etc., ainsi qu'aux atteintes des projectiles sur les champs de bataille.

La partie postérieure de la bouche à feu est d'un diamètre extérieur notablement supérieur à celui de la culasse autour de la chambre à poudre. Ce renflement est motivé par les dimensions du logement de la vis de culasse [1] et par les conditions de résistance au déculassement, dans le cas où l'on ferait usage de poudres vives. La surépaisseur de métal s'étend jusqu'à la lumière afin de renforcer ce point faible de l'âme qui est souvent l'origine de lignes de rupture.

Les tourillons ne sont point coulés avec le canon; ils font corps avec un anneau en acier, fileté intérieurement, lequel constitue une pièce distincte destinée à être vissée, *sans serrage aucun*, sur la partie médiane de la bouche à feu. L'objet principal de cette disposition est de permettre un martelage uniforme et énergique sur toute la longueur du lingot brut. Le sens du filetage est tel que le pas de vis du canon tende à se serrer dans l'écrou de l'anneau porte-tourillons sous l'influence des pressions exercées par les projectiles contre les flancs directeurs des rayures.

On remarquera combien la longueur du canon projeté s'éloigne des dimensions généralement usitées, l'âme entière, y compris la chambre à poudre, ne mesurant pas moins de 28 $^1/_2$ calibres de longueur. Pour justifier de telles proportions, l'on fera remarquer que l'adoption d'un

---

[1] Il est nécessaire de pouvoir introduire aisément la main dans le logement de la vis de culasse, ce qui détermine la dimension minima à donner à cette partie.

calibre réduit a pour effet d'allonger la charge et de diminuer la surface transversale du projectile exposée à la pression des gaz, conditions défavorables à la grandeur des vitesses initiales; aussi a-t-il paru nécessaire d'atténuer ces inconvénients au moyen d'une augmentation notable de la longueur d'âme, qui permît de soumettre le projectile pendant plus longtemps à l'action des gaz de la poudre. D'ailleurs, un forcement continu jusqu'à la bouche du canon paraît devoir fournir une utilisation de la longueur d'âme bien supérieure à celle qui a été observée jusqu'à présent dans la plupart des expériences. Quant à l'heureuse influence de l'allongement des bouches à feu sur la justesse du tir, c'est un résultat constaté depuis fort longtemps.

Grain de lumière. (Pl. III, fig. 8.) — Le grain de lumière, en cuivre, d'une seule pièce, est vissé par l'extérieur, puis refoulé très-fortement à l'intérieur de manière à faire épanouir son extrémité dans un logement tronconique. Après cette dernière opération, les parois intérieures du canal vers leur débouché dans l'âme se trouvent dans un état d'écrouissage très-favorable à la résistance qu'elles doivent présenter contre les affouillements des gaz; en outre, la forme arrondie de l'extrémité inférieure du canal diminue beaucoup les chances de refoulement du grain.

Rayures. — Les rayures sont dirigées de droite à gauche dans la partie supérieure de l'âme. On a choisi ce sens parce qu'il semble présenter deux légers avantages : 1° dans notre hémisphère, la déviation due à la rotation de la terre se trouve en sens inverse de celle produite par le mouvement des projectiles, en sorte que la dérivation totale est plutôt diminuée qu'augmentée; 2° la hausse peut être placée à gauche de la culasse, ce qui est commode pour le pointeur.

La profondeur des rayures a été fixée à 1^{mm}; leur nombre
de 16. Le profil, à la bouche, a été déterminé par la
tion que la largeur des rayures fût à peu près égale

à celle des cloisons (fig. 9); mais ces largeurs varient d'un bout à l'autre de l'âme, de manière à obtenir un forcement continu pendant tout le parcours du projectile dans le canon. A l'origine, la largeur des cloisons est aussi faible que possible (2^{mm}); il en résulte pour le projectile une grande facilité à se mouvoir, et, par suite, une réduction notable dans les pressions les plus dangereuses pour la bouche à feu. A mesure que le projectile s'avance dans l'âme, le forcement va en augmentant en raison de la largeur croissante des cloisons et de l'écrouissage du métal de la ceinture arrière; mais le surcroît de pression qui en résulte ne saurait avoir aucune influence fâcheuse sur la résistance du canon à cause de l'excès d'épaisseur donné aux parois. On voit donc que ce système de forcement progressif a pour résultat de régulariser les tensions intérieures, en diminuant les pressions initiales sur le culot pour augmenter au contraire celles qui se produisent postérieurement.

On a adopté dans ce projet le système de rayures paraboliques employé par l'artillerie de la marine française, parce qu'il paraît réellement favorable au déplacement initial du projectile; il est d'ailleurs naturel de supposer que cet avantage deviendra d'autant plus marqué que les vitesses des projectiles devront être plus considérables (1).

On sait que l'inclinaison des rayures doit varier suivant les proportions des obus et la grandeur des charges employées, mais la meilleure inclinaison correspondant à chaque cas particulier n'est pas encore parfaitement déterminée. En se basant sur des comparaisons effectuées parmi les types existants, on a fixé à 5° l'inclinaison finale

(1) On fait souvent deux objections contre l'emploi des rayures à pas progressif. On dit que : 1° ce système occasionne des difficultés dans le rayage; 2° à la bouche des canons, l'accélération du mouvement de rotation et la pression contre les rayures sont plus grandes qu'avec les rayures héliçoïdales. La première objection paraîtra sans doute peu fondée à quiconque aura vu fonctionner l'outillage adopté par l'artillerie de la marine pour le rayage de ses canons. Le second inconvénient, quoique réel en théorie, n'a semblé jusqu'à présent exercer aucune influence fâcheuse sur la résistance des canons et sur la justesse du tir, ainsi qu'on peut s'en assurer en comparant les résultats des expériences étrangères avec ceux obtenus à la Commission de Gâvre.

du flanc directeur; celle du flanc opposé résulte des dimensions données aux cloisons; elle est de 4° 40′.

Système de pointage. — Un cran de mire et un guidon, placés dans le plan vertical passant par l'axe de la pièce, sont destinés au tir rapproché ou au pointage au cordeau. Un second guidon et une hausse placés sur le côté gauche doivent servir au pointage habituel.

Les combinaisons que l'on peut faire avec des viseurs et des guidons de formes diverses paraissent conduire à peu près au même degré de justesse dans le tir lorsqu'on emploie des hommes exercés. Il semble donc rationnel de faire intervenir d'autres considérations dans le choix d'un système de pointage, notamment la commodité d'usage et la facilité de voir à de grandes distances. On a cherché à réaliser ces avantages dans la construction de la hausse (fig. 11) et du guidon (fig. 12). En considérant le tracé de la première pièce, on pourra remarquer que la vision n'est aucunement gênée pour percevoir les objets à de grandes distances et que l'œil du pointeur peut se trouver plus ou moins éloigné du cran de mire sans que celui-ci cesse d'être très-apparent. On a cherché, en outre, à faciliter le pointage en hauteur qui est le plus important, en terminant les faces supérieures du viseur et du guidon par des lignes horizontales que l'on doit mettre en coïncidence.

Chargement. — L'usage de la poudre à canon ordinaire entraînerait des inconvénients graves signalés plus haut. Il paraît donc convenable d'employer exclusivement des poudres plus progressives. La charge pourra varier depuis le cinquième jusqu'au quart du poids du projectile, la capacité maximum de la chambre à poudre permettant l'emploi de 1250 grammes de poudre *A*. Dans tous les cas, afin d'éviter les vides, soit à l'avant, soit à l'arrière de la charge, lesquels produisent généralement des variations de vitesse, il conviendra de donner à la charge une longueur égale à celle de l'espace disponible en arrière du culot du projectile.

En raison de leur grande longueur, les charges ne sauraient être d'un emploi commode si elles étaient contenues dans des sachets en serge ordinaire. Il sera nécessaire de remplacer ce dernier tissu par de la toile forte, consolidée au besoin par des ligatures transversales, comme le montre la fig. 4.

Dans le tir normal, le projectile devra être poussé avec un refouloir jusqu'à sa position de chargement et coincé au moyen d'un fort coup frappé sur le culot. Cette précaution est très-utile pour obtenir une grande régularité dans les vitesses, mais on pourrait s'en affranchir dans le cas d'un tir précipité; il suffirait alors de pousser simplement le projectile avec le sachet contenant la charge.

Le chef d'escadron d'artillerie de la marine,
Membre de la Commission d'expériences de Gâvre,
DU PAN.

SUR L'EMPLOI DE L'ARTILLERIE EN CAMPAGNE.

L'artillerie autrichienne a commencé en 1870 la publication d'un *Aide-Mémoire de campagne* ou *Manuel* (*Handbuch*) dû à la collaboration d'un certain nombre d'officiers de l'arme et traitant de l'organisation, du service et des questions techniques relatives à l'artillerie de campagne et de montagne.

Depuis 1870, sept fascicules ont paru successivement; ils contiennent les matières suivantes :

Description du matériel de montagne et de campagne;
Organisation et composition des batteries et équipages de campagne;
Manœuvres de force; — transport du matériel et des munitions;
Tir des canons de campagne et de montagne; — tables de tir;
Service de l'artillerie en campagne;
Construction des batteries de campagne; fortification passagère;
Hippologie;
Formation et effectif de l'armée austro-hongroise;
Reconnaissances militaires;
Notions sur les systèmes d'artillerie de campagne des armées étrangères;
Renseignements divers, notions d'hygiène, etc.

Le chapitre intitulé : *Gebrauch der Artillerie im Feld- und Gebirgskriege*, se recommande par les développements qu'il renferme concernant le service de l'artillerie en campagne. L'auteur [1], s'appuyant sur l'expérience des guerres les plus récentes, cherche à fixer des principes rationnels pour l'emploi de l'artillerie sur le champ de bataille; il tient compte, pour l'établissement des règles qu'il formule, des progrès réalisés depuis ces dernières années dans le tir des armes à feu au point de vue de la portée et de la justesse, progrès qui ont si profondément modifié la tactique des combats modernes. A ce point de vue, la lecture de ce chapitre sera profitable non-seulement aux officiers d'artillerie, mais à ceux des autres armes auxquels l'avenir réserve l'accès des hauts grades et la conduite de troupes nombreuses.

Nous reproduisons ici les paragraphes qui traitent : 1° du rôle de l'artillerie dans ses rapports généraux avec la division et le corps d'armée; 2° du rôle de l'artillerie divisionnaire; 3° du rôle de l'artillerie de réserve.

Chaque corps d'armée, en Autriche, est composé de trois divisions d'in-

(1) Général-major Bylandt-Rheidt.

fanterie. A ce corps d'armée est affecté en principe un régiment d'artillerie de campagne avec 12 batteries et 4 colonnes de munitions.

Chaque division d'infanterie est dotée de deux batteries à pied de 4 et d'une batterie de 8 constituant son artillerie divisionnaire. Une colonne de munitions forme le *parc divisionnaire.*

Les trois batteries de 8 du corps d'armée en forment la réserve d'artillerie; une colonne de munitions forme le *parc du corps d'armée.*

Chaque division de cavalerie se compose de deux brigades; deux batteries de 4 de cavalerie constituent son artillerie divisionnaire. On prend ces batteries dans les batteries disponibles des régiments répartis dans les corps d'armée. Les divisions de cavalerie n'ont pas en principe de parc divisionnaire; elles se réapprovisionnent au *parc de l'armée* en hommes, chevaux, matériel, munitions d'artillerie et d'armes de petit calibre.

(*Note du traducteur.*)

I. ROLE DE L'ARTILLERIE

DANS SES RAPPORTS GÉNÉRAUX AVEC LA DIVISION OU LE CORPS D'ARMÉE.

La plupart du temps, l'artillerie divisionnaire doit rester en action depuis le commencement du combat jusqu'à la fin. Quant à la réserve d'artillerie du corps d'armée, elle intervient généralement au moment décisif, soit pour soutenir l'artillerie divisionnaire, soit pour remplir une tâche qui lui aura été spécialement confiée. Lorsqu'il s'agit de frapper un grand coup, on réunit l'artillerie divisionnaire à la réserve d'artillerie du corps d'armée.

Devoirs des commandants. — Ceux-ci soumettent au général commandant la division ou au général commandant le corps d'armée : 1° les propositions qu'ils jugent convenables sur la répartition, les mouvements et l'emploi de l'artillerie qu'ils commandent, dans l'ordre de marche et l'ordre de bataille; 2° les prescriptions qui en résulteront pour l'installation et la marche des parcs de munitions.

Hiérarchiquement, les ordres sont communiqués au commandant de l'artillerie divisionnaire et au commandant de la réserve d'artillerie, soit directement par les généraux commandant la division ou le corps d'armée, soit par l'intermédiaire de l'officier supérieur ou général

commandant l'artillerie dans ledit corps d'armée. Du moment qu'on réunira en un certain point plus de deux batteries, le commandant de l'artillerie divisionnaire ou celui de la réserve d'artillerie doit en diriger personnellement le tir. Mais s'ils veulent faire de leur artillerie un emploi judicieux, ces officiers se renseigneront soigneusement à l'avance sur les points suivants :

S'agit-il d'une attaque, ils reconnaîtront la position de l'ennemi, le but qu'il s'agit d'atteindre, le point où aura lieu l'attaque principale ainsi que ceux où se feront les attaques collatérales; ils s'informeront de l'ordre de bataille suivant lequel on pense attaquer, du terrain sur lequel on déploiera les troupes désignées pour entamer l'action.

S'il s'agit d'une lutte défensive, on devra savoir quel en est le but précis, s'il faut repousser à tout prix l'adversaire ou simplement le tenir en respect comme dans les combats d'arrière-garde. On reconnaîtra, au point de vue des avantages qu'il peut offrir, le terrain où l'on est en position, les lignes probables suivant lesquelles l'ennemi se déploiera ou se portera en avant, les points de la position qui ont le plus besoin d'être soutenus. On verra comment celle-ci se relie avec le terrain soit en avant, soit sur le côté, soit en arrière, de manière à ne pas entraver la liberté d'action des autres troupes ou à concourir, s'il le faut, à un mouvement offensif.

Emploi des batteries d'après leur calibre. — Le canon de 8 possède une grande justesse; son projectile est meurtrier, même aux très-grandes distances, et il a toute la mobilité qu'on peut exiger d'une bonne pièce de batterie montée ou de batterie de réserve. Il sera employé d'une manière toute spéciale pour battre des abris naturels ou artificiels, détruire les obstacles d'une grande résistance, comme maisons, murs, ponts; pour attaquer les villages, protéger les passages des rivières, tirer sur l'artillerie ou sur des troupes massées, bouleverser des épaulements, etc.

Son effet moral sur l'ennemi est plus grand que celui du canon de 4. La place du canon de 8 est principalement dans le gros des troupes divisionnaires; à la réserve, sur les points les plus importants de la ligne de bataille; à l'avant-garde, mais exceptionnellement, lorsqu'il s'agira par exemple d'attaquer un village ou un défilé; à l'arrière-garde, quand on est serré de près par un ennemi qui possède une artillerie nombreuse.

Le canon de 4 le cède au canon de 8 comme portée et effet destructeur; mais il est plus mobile et il transporte avec lui plus de projectiles, de sorte qu'il dépend moins des colonnes de munitions. On emploiera donc de préférence le calibre de 4 dans les terrains difficiles; dans les détachements; dans les colonnes d'investissement; dans les attaques de flanc; sur les points secondaires du champ de bataille; pour tirer sur des troupes à l'avant-garde ou à l'arrière-garde. Le calibre de 4 est attribué aux batteries de cavalerie. Celles-ci ont deux rôles à remplir, celui qui leur incombe dès qu'elles sont réunies à la cavalerie, et celui de batteries de réserve destinées à marcher rapidement au secours d'un point menacé de la ligne de bataille ou à précipiter une attaque de flanc.

La mitrailleuse représente un feu concentré d'infanterie partant d'un espace relativement restreint, ou un feu concentré de mitraille provenant d'une bouche à feu très-mobile. Elle est surtout d'un grand effet dans la défensive et dans les surprises quand on peut couvrir sa marche; elle pourrait être d'un excellent service dans l'offensive, mais il n'est possible de l'utiliser en pareil cas que d'une manière tout exceptionnelle. Les batteries de mitrailleuses [illegible]ent être employées principalement : dans la défense [illegible]ités, retranchements, défilés, lisières des bois et [illegible]ges, contre des colonnes ennemies qui voudraient [illegible]er de vive force. On les utilisera pour soutenir [illegible] l'infanterie, soit l'artillerie; quand il [illegible]n feu par salve d'une grande intensité,

en supposant qu'on ne dispose que d'un espace restreint, soit développer un grand feu de mitraille. Elles ne doivent guère viser que sur des troupes, surtout quand elles sont en masses, colonnes, carrés, lignes serrées; elles ne tireront sur l'artillerie que lorsqu'elles pourront s'approcher d'elle par surprise ou la prendre en flanc à des distances au plus égales à 1 500 pas (matériel autrichien).

Répartition dans l'ordre de bataille. — Dans les mouvements offensifs d'une division opérant pour son propre compte, on attribuera une batterie de 4 à l'avant-garde ou un peu plus s'il y a lieu : le reste de l'artillerie se tiendra avec le gros de la division. — S'il s'agit d'un corps d'armée, son avant-garde sera, autant que faire se pourra, dotée d'une forte proportion d'artillerie; on lui donnera par exemple les deux batteries de 4 et la batterie de 8 de la 1re division, et même une batterie de cavalerie dès que cette arme viendra figurer dans l'avant-garde. Si toute une division est employée à former l'avant-garde d'un grand corps d'armée, rien n'empêche de renforcer son artillerie par l'adoption d'une batterie de 8 prise dans l'artillerie de la réserve du corps d'armée.

Lorsqu'il s'agira de préciser la répartition du reste de l'artillerie dans le corps d'armée, il faudra que les troupes qui combattent en tête aient à leur disposition, en vue de la tâche qui leur est assignée, le plus d'artillerie possible. On tiendra compte de la quantité qu'il faut en laisser à la réserve du corps pour qu'elle soit en état de remplir par elle-même le rôle qui lui est imposé. D'après cela, on attribuera au *gros*, dans le cas où celui-ci constitue une division tout entière, toute son artillerie divisionnaire au complet, plus les mitrailleuses disponibles (en supposant que quelques-unes de celles-ci aient été données à l'avant-garde). La réserve se compose ordinairement d'une brigade d'infanterie, de la réserve d'artillerie du corps (trois à quatre batteries de 8) et de la cavalerie qui n'a pas été envoyée à l'avant-garde. Quand l'effectif de cette ca-

valerie est d'une division entière, on a là deux batteries de cavalerie qui pourront, soit tirer côte à côte dans le combat, soit être attribuées chacune à une des brigades, soit renforcer les autres batteries du corps. Dans ce dernier cas, aussitôt que le service pour lequel elles ont été détachées est terminé, elles retournent immédiatement à leur division de cavalerie. La réserve d'artillerie du corps est exclusivement à la disposition du général commandant le corps d'armée. Dans les marches en retraite, la plus ou moins grande proximité de l'ennemi, les desseins qu'on lui suppose ou ceux que l'on a soi-même, la nature particulière du terrain, etc., sont autant de causes qui interviennent pour modifier la répartition de l'artillerie dans l'ordre de bataille de la division ou du corps d'armée ; même observation pour les marches de flanc.

Ordre de marche. — Les batteries d'artillerie marchent autant que possible sans se séparer l'une de l'autre et tout près de la tête du corps de troupe auquel elles sont attribuées. A l'avant-garde, il doit y avoir au moins une batterie derrière le bataillon ou le régiment de cavalerie tête de colonne. Toutefois, dans les terrains très-coupés ou boisés, on verra s'il n'y a pas lieu de faire marcher en tête une plus forte proportion d'infanterie. En revanche, dans les terrains absolument découverts, on pourra réunir toute l'artillerie derrière le bataillon tête de colonne; ou encore faire marcher une batterie derrière ce bataillon, et grouper le reste de l'artillerie derrière le premier régiment d'infanterie. — Même disposition pour l'artillerie du gros, qui suivra soit derrière le premier bataillon, soit derrière le premier régiment. — La réserve d'artillerie du corps ne saurait être placée dans la colonne, à la queue des autres troupes ; mais elle doit, dans le cas où il est impossible de préciser par avance l'instant où elle prendra part à l'action, suivre immédiatement la division qui marche en tête du gros, batteries et caissons réunis, pendant que la réserve des munitions ferme la colonne du corps d'ar-

mée. Si l'on prévoit que les nécessités de la situation exigeront l'emploi de la réserve d'artillerie dès le commencement de l'affaire, on placera cette réserve le plus près possible de la tête du gros, derrière les trois premiers bataillons, par exemple.

Rôle des batteries d'après leur répartition dans l'ordre de bataille du corps d'armée. — Les batteries de l'avant-garde forcent l'ennemi à s'arrêter, protégent le déploiement des troupes amies, soutiennent l'avant-garde dans ses efforts pour garder le terrain conquis, obligent l'ennemi à démasquer ses troupes, le contiennent quand il est en force, l'ébranlent ou l'écrasent dans le cas contraire. Si l'ennemi est nombreux, tirer sur lui à grande distance, avec lenteur, mais sans relâche ; s'il n'a que peu de monde, se porter franchement vers lui et tirer vivement. Au reste, l'artillerie de l'avant-garde est bientôt renforcée par suite même du développement que prend le combat.

Les batteries du gros soutiennent, quand la chose est nécessaire, l'artillerie de l'avant-garde, protégent le déploiement et les mouvements du gros en cherchant à éteindre le feu de l'artillerie ennemie ou en l'attirant sur elles-mêmes ; elles préparent l'attaque par un feu concentrique ou repoussent l'attaque de l'ennemi ; prennent part (du moins les batteries légères) à la poursuite, recueillent les troupes battues et couvrent la retraite avec toutes leurs forces. — Les batteries de l'arrière-garde appuient plus spécialement cette retraite en utilisant certaines positions favorables d'où elles peuvent tirer sur l'ennemi et l'arrêter le plus longtemps possible ; de là elles se portent rapidement vers d'autres emplacements situés en arrière.

Les batteries de la réserve d'artillerie du corps d'armée sont destinées à concourir au résultat final grâce à leur action en masse, par exemple lorsqu'elles unissent leurs feux à ceux des batteries divisionnaires déja engagées. En cas d'offensive, ce sont elles qui décident la victoire. Pour la défense, elles interviennent pour faire face aux

éventualités fâcheuses d'un combat défavorable ou même pour en changer l'issue. La réserve d'artillerie du corps d'armée ne doit pas être considérée exclusivement comme un corps de réserve ; elle peut même trouver sa place et son emploi dans la première période d'une affaire.

Les batteries de la division de cavalerie soutiennent celle-ci dans toutes les circonstances où elle risquerait, sans artillerie, d'essuyer des pertes trop sensibles ; la coopération de l'artillerie n'est point indispensable, soit contre une cavalerie qui ne serait pas appuyée par les autres armes, soit contre une infanterie ébranlée ou démoralisée. L'action de cette artillerie serait même nuisible lorsqu'une tentative de surprise paraît promettre de meilleurs résultats qu'un combat préparé, lequel laisserait à l'ennemi le temps de réfléchir ou de prendre ses mesures. Comme exemple d'une attaque qui ne doit pas être préparée, on peut citer celle qui serait essayée par une troupe préalablement abritée derrière une position défensive. S'il se trouve à l'avant-garde un détachement de cavalerie et qu'à ce détachement on ait adjoint de l'artillerie, celle-ci doit engager la première le combat d'avant-garde.

II. ROLE DE L'ARTILLERIE DIVISIONNAIRE.

Divisions d'infanterie. — 1° *Offensive.* Lorsqu'on engage le combat, il est une règle à laquelle on doit se conformer et qu'on peut formuler ainsi : tirer sans relâche tout en déployant le moins d'artillerie qu'il sera possible et en ménageant les munitions avec le plus grand soin ; occuper l'ennemi de telle sorte qu'il soit contraint d'amener en ligne et sans effet utile une grande partie de ses moyens. Moins on mettra de forces en avant dès l'origine de l'affaire, mieux on assurera le succès final. Souvent, si l'ennemi attend le combat dans une position défensive, on ne pourra se dispenser d'engager tout d'abord plus de bouches à feu et avec plus de vivacité que l'on n'aurait voulu ; mais d'habitude cette lutte initiale n'a que peu de durée. En

principe, il faudra toujours laisser en arrière une partie des batteries pour le cas d'éventualités imprévues ou pour influer sur le résultat définitif.

Dans toutes les périodes du combat, éviter avec soin de disséminer ou de fractionner les batteries ; s'il n'est pas absolument nécessaire de répartir l'artillerie sur les deux ailes ou sur certains points spéciaux de l'ordre de bataille, le mieux sera toujours de faire concourir au même but l'action de toute l'artillerie divisionnaire. Cette action doit être concentrique : deux batteries, par exemple, canonneront le front de l'ennemi ; une autre le prendra en flanc. Cette tactique offre surtout beaucoup d'avantages dans les combats d'artillerie contre artillerie. D'autre part, il n'y aura lieu de renforcer les batteries divisionnaires par des batteries empruntées à la réserve du corps d'armée, que dans des cas exceptionnels : lorsque, par exemple, toute la division marche à l'avant-garde d'un corps de troupes considérable. Dans chaque période du combat, le terrain le plus avantageux, au point de vue de l'installation et de la marche en avant, devra être cédé à l'arme qui, pour l'instant considéré, est appelée à remplir le rôle principal. Ce rôle appartient à l'artillerie pour des distances supérieures à 1 000 pas ; dans ces limites, elle doit avoir soin de ne pas se laisser ravir par les autres armes des positions qui promettraient d'être favorables à l'action de ses feux. Plus tard, quand les autres troupes pourront intervenir avec tout avantage, l'artillerie se réglera sur elles et ne choisira ses positions qu'avec l'intention exclusive de soutenir l'action de ces armes.

Quand le moment arrivera de tenter l'effort final, l'artillerie divisionnaire tournera tous ses feux vers le point qui sera désigné comme la clef de la position. Si, pendant que les colonnes d'assaut se portent en avant, l'artillerie peut rester en place, le mieux sera de l'y laisser. Elle soutiendra l'attaque de l'infanterie ou de la cavalerie sans interrompre ses feux, conditions on ne

peut plus propices au succès de l'affaire. Mais, s'il faut que l'artillerie se déplace par batterie, on commencera par la batterie de l'aile intérieure pour finir par celle de l'aile extérieure, relativement à la position occupée par la division d'artillerie. On aura soin d'appuyer par une solide escorte la marche de la batterie la plus avancée; en pareille circonstance, l'emploi de la cavalerie est recommandé.

Si l'ennemi cherche à placer des batteries sur le côté pour détourner le feu de l'artillerie divisionnaire, ne changer, en aucun cas, la direction des feux des batteries d'attaque, ce qui ferait immanquablement échouer l'opération. Le soin de repousser les batteries de l'ennemi sera confié aux batteries de la réserve qui auront été disposées, en prévision de ces sortes d'éventualités, derrière les flancs de l'artillerie divisionnaire.

Dans les conversions, l'artillerie couvrira, avant tout, la troupe pivot, et même l'aile marchante, si l'on dispose de forces assez nombreuses, principalement dans les conversions en arrière.

Pour l'attaque, la division est fractionnée en deux colonnes devant agir consécutivement. Les pièces divisionnaires tirent d'abord sur l'artillerie ennemie qui commande le terrain des attaques; puis, lorsque la première colonne se porte en avant, elles canonnent le point contre lequel elle se dirige. Quand la deuxième colonne a dépassé l'artillerie divisionnaire de manière à en masquer le feu, l'artillerie s'avance au besoin jusqu'à 800 pas pour préparer l'attaque à la baïonnette en tirant avec vivacité sur l'infanterie de l'adversaire. Dans les marches en arrière, l'artillerie se replie par échelons; pendant qu'une fraction se dirige rapidement vers une position nouvelle pour s'y mettre en batterie, l'autre portion reste avec les troupes engagées pour les appuyer et les recueillir au besoin.

Le feu en retraite par échelons s'exécute comme le feu

en avançant, suivant les mêmes principes, mais par les moyens inverses, c'est-à-dire de l'aile extérieure vers l'aile intérieure. Si l'on marche en retraite dans un pays inconnu, désigner des officiers ou des sous-officiers qui prennent les devants pour reconnaître les communications et les meilleurs chemins.

Dans les attaques simulées, l'artillerie divisionnaire déploiera toute la somme d'efforts dont elle est susceptible, car le plus souvent il lui faudra lutter contre des forces très-supérieures. L'attaque simulée doit précéder l'attaque principale, lorsqu'on cherche par ce moyen à détourner une portion des troupes ennemies loin du point où s'exécutera celle-ci. Elles ont lieu en même temps, si l'on veut seulement retenir l'ennemi sur un autre point que le point d'attaque. En tout cas, l'attaque simulée doit être engagée aussi loin que possible de l'attaque principale.

2° *Défensive.* — L'artillerie constitue l'élément principal de la défense, d'où il suit que les autres armes auront à lui céder le droit d'occuper les points qui semblent le plus favorables à son action. Au début du combat, ne pas engager plus d'artillerie que ce qui semble absolument indispensable pour commencer l'affaire; disposer le reste des batteries en réserve, de façon à pouvoir, en cas de besoin, les expédier dans toutes les directions. Garnir avec des pièces de gros calibre ceux des points qui peuvent être considérés comme les clés de la position, soit parce qu'ils dominent le terrain des attaques, soit parce que leur possession entraîne celle de tout le terrain de la défense; puis les points où aboutissent les voies principales qui conduisent à la position, comme ceux qui se trouvent sur les flancs, quand ces derniers ne sont appuyés à rien; ne pas oublier, dans le choix de ces points défensifs, de disposer concentriquement les lignes de tir, mais éviter avant tout d'éparpiller les bouches à feu. Placer des pièces de 4 aux angles saillants, des pièces de 8 aux angles rentrants.

Avoir grand soin de ne faire arriver les batteries en position qu'au moment même où il faudra qu'elles tirent, et d'utiliser tous les avantages qu'offre le terrain.

Veiller à ce qu'aucune batterie et en général aucune fraction d'artillerie ne quitte le point d'où elle fait feu sans un ordre formel, même pour se réapprovisionner en munitions : des mesures doivent être prescrites à l'avance pour ce dernier service. Toutefois, il reste entendu qu'on autorisera tous les petits changements de position qui deviennent indispensables dès que l'ennemi a réglé son tir et que la supériorité de son feu est devenue par trop marquée.

Quant au choix du but, on recommandera de tirer sur l'infanterie de préférence ; ne canonner l'artillerie ennemie que s'il faut détourner son feu des troupes amies.

Continuer le feu jusqu'au dernier moment ; toutefois, ne sacrifier les pièces que sur l'ordre exprès du commandant en chef.

Remplacement des munitions. — Chaque batterie se réapprovisionne à ses échelons réglementaires ; elle doit connaître le point où stationnent la réserve des munitions et le parc des munitions divisionnaires. Le commandant de la division d'artillerie désigne l'emplacement de la réserve des munitions et fait avancer le parc des munitions divisionnaires jusqu'en un point sûr et abrité confinant aux limites du champ de bataille ; suivant la tournure que prend le combat, faire expédier du parc à ces réserves quelques caissons à munitions. Quand une batterie est détachée, sa réserve de munitions doit toujours l'accompagner. En cas de nécessité urgente, une batterie peut, par exception, se réapprovisionner à la réserve de munitions d'une autre batterie.

Traduit par le capitaine d'artillerie
LEFÈVRE (J. B. V.),
(2e bureau de l'état-major général du Ministre de la guerre).

(*A suivre.*)

L'ENQUÊTE

SUR L'ORGANISATION DU PERSONNEL DE L'ARTILLERIE.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

I. EXÉCUTION DE L'ENQUÊTE.

Par une circulaire en date du 27 septembre 1871, M. le Ministre de la guerre prescrivait l'étude de diverses questions relatives à l'organisation du personnel de l'artillerie. Il invitait tous les officiers de l'arme à prendre part à ce travail, dont il fixait les bases dans un programme détaillé, indiquant les points sur lesquels devait principalement se porter leur attention (1).

Les circonstances n'étaient pas très-favorables à l'exécution d'une étude aussi sérieuse. Deux tâches importantes s'imposaient alors, en première ligne, au dévouement des officiers : il s'agissait d'abord de terminer la réorganisation des régiments, nouvellement reformés, puis de perfectionner l'instruction militaire des troupes, encore fort incomplète. Ils avaient de plus à répondre aux questions qui leur avaient été posées dans une autre enquête, relative au matériel employé pendant la dernière guerre; enfin, ils devaient aussi s'appliquer aux études de canons et d'affûts, dont les programmes leur avaient été récemment communiqués.

Malgré ces occupations si diverses, un certain nombre d'officiers de tous les grades s'empressèrent de répondre au nouvel appel qui leur avait été adressé. 76 mémoires furent présentés par :

1 officier général;
31 officiers supérieurs;
33 capitaines;
11 [illegible]ants et sous-lieutenants.

(1) Ce [illegible] adressé à tous les officiers de l'artillerie et du train d'artillerie, aussi [illegible] ments que dans les corps.

Vingt-trois d'entre eux avaient traité toutes les questions posées dans la circulaire ministérielle ; les autres avaient limité leurs recherches à l'examen des sujets que la nature de leurs fonctions leur rendait particulièrement familiers.

Tous ces mémoires furent transmis par le Ministre au Comité de l'Artillerie.

On trouvera dans le chapitre suivant l'énoncé succinct, pour chaque question, des conclusions résultant de l'examen des travaux envoyés ; on y a exposé, pour chacune d'elles, l'opinion la plus communément émise et la mieux justifiée par le nombre et la valeur des arguments invoqués.

Le Président du Comité, en adressant au Ministre le compte rendu détaillé de l'enquête, lui a d'ailleurs signalé les officiers dont les mémoires avaient paru mériter une mention particulière, le Ministre ayant manifesté l'intention de leur en témoigner publiquement sa satisfaction (1).

II. EXAMEN DES TRAVAUX PRÉSENTÉS. — RÉSUMÉ DES RÉPONSES (2).

1. MATÉRIEL ET PERSONNEL NÉCESSAIRES POUR UNE DIVISION D'INFANTERIE.

Nombre de batteries par division d'infanterie (3). — Suivant le programme, chaque division d'infanterie doit avoir quatre batteries (24 bouches à feu). Ce chiffre a été admis en général sans discussion : néanmoins, quelques officiers l'ont trouvé exagéré ; à leur avis, trois batteries par division (18 bouches à feu) suffiraient, et l'augmentation reconnue nécessaire pour l'artillerie devrait, de préférence, porter sur les réserves qui jouent un rôle décisif dans les actions sérieuses quand, obéissant à des ordres de marche

(1) On trouvera au chap. III les noms de ces officiers.

(2) On comprendra facilement l'ordre dans lequel se présentent les paragraphes suivants en se reportant au questionnaire du 27 septembre 1871, qui proposait de pourvoir aux besoins de 4 armées composées chacune de 3 corps d'armée d'infanterie (forts de 3 divisions d'infanterie et de 1 division de cavalerie) et d'un corps de cavalerie formé de 2 divisions.

(3) Chaque division d'infanterie comprend 4 régiments d'infanterie à 2500 hommes et 1 bataillon de chasseurs à pied à 900 hommes.

précis et habilement combinés, elles arrivent en temps utile sur le terrain du combat.

Mode de chargement à adopter pour les canons de campagne. — La très-grande majorité des suffrages se prononce en faveur du chargement par la culasse dont la supériorité a paru démontrée d'une manière certaine par les observations faites pendant la dernière guerre.

Calibre. — On ne doit donner aux batteries destinées à suivre les divisions d'infanterie et à manœuvrer avec elles qu'une seule espèce de bouche à feu, tirant avec une forte charge un projectile pesant $4^k,500$ environ.

Une pièce d'un calibre inférieur serait insuffisante, surtout pour le tir à shrapnel dont l'importance tend à s'accroître : une pièce d'un calibre supérieur serait certainement plus puissante, mais cet avantage ne suffirait pas à compenser les inconvénients qu'entraînerait son emploi : il faudrait augmenter le nombre des servants et celui des chevaux, multiplier le nombre des caissons pour assurer aux batteries divisionnaires l'approvisionnement dont elles ont besoin, enfin l'artillerie, devenue moins mobile, ne pourrait pas suivre l'infanterie partout et n'arriverait pas toujours en temps utile sur le champ de bataille.

Canons à balles. — Il est difficile d'observer les effets produits par les canons à balles et d'en régler rapidement le tir : aussi semble-t-il que des troupes appelées à se déplacer fréquemment pendant le combat ne sauraient faire un bon usage de pareilles bouches à feu : quand il en existe dans les équipages de campagne, il convient de les placer dans les réserves où l'on peut plus facilement leur assigner des objectifs bien déterminés. Employés de cette manière, les canons à balles rendront d'excellents services en aidant puissamment, dans les circonstances décisives, à prendre l'offensive ou à repousser l'ennemi. Si, au contraire, ils accompagnaient toujours l'artillerie divisionnaire, ils seraient comme elle exposés au feu de l'adversaire et, par un entraînement inévitable, obligés

d'accepter, à une distance supérieure à leur portée utile, une lutte dans laquelle ils devraient infailliblement succomber.

Composition du matériel des batteries divisionnaires. — Pour rendre l'artillerie suffisamment mobile, il est nécessaire de ne laisser aux batteries, avec quelques voitures accessoires, que les bouches à feu et les caissons en nombre strictement suffisant pour soutenir la lutte jusqu'à l'arrivée des réapprovisionnements, et de réunir tous les autres éléments en un *parc divisionnaire.*

Le matériel d'une batterie doit donc se composer de : 6 pièces, 6 caissons, 2 chariots de batterie, 1 forge, 1 affût de rechange.

Les coffres renfermant au moins 30 coups, chaque pièce sera approvisionnée à 120 coups.

On doit disposer sur l'affût des siéges où deux servants pourront prendre place momentanément. On se ménagera ainsi la possibilité d'exécuter des mouvements rapides avec les pièces seules, les caissons étant mis à l'abri.

La capacité des chariots de batterie modèle 1858 n'est pas suffisante, il y aurait peut-être avantage à remplacer ces voitures par des chariots de parc.

Parc divisionnaire. — La création des *réserves divisionnaires*, instituées en 1867, a été une bonne mesure, qui, dans la dernière guerre, n'a peut-être pas toujours donné les résultats avantageux qu'on pouvait en attendre, parce que les détachements du train chargés de la conduite de ces réserves étaient trop faiblement constitués, surtout en cadres. Quelques officiers ont pensé que le service serait mieux assuré si l'on attachait en permanence des caissons de munitions aux régiments d'infanterie, ceux-ci fournissant eux-mêmes les conducteurs et les attelages nécessaires pour ces *réserves régimentaires* dont ils auraient la direction, la surveillance et la responsabilité. Mais d'autres officiers, en plus grand nombre, rejettent cette solution, condamnée, suivant eux, par une longue expérience qui a montré les sérieux inconvénients auxquels on s'expose

quand on adjoint des voitures aux bataillons d'infanterie. Ils ajoutent que les batteries, réduites au nombre de voitures indiqué plus haut, doivent être suivies à courte distance par des caissons de réapprovisionnement qui, joints aux caissons renfermant les munitions d'infanterie, formeront un *parc divisionnaire* placé sous les ordres d'un officier d'artillerie et attelé par le train d'artillerie : on attachera une compagnie du train soit à chaque division, soit à chaque corps d'armée; dans ce dernier cas, la compagnie se fractionnera en trois détachements destinés aux trois divisions du corps d'armée.

L'officier directeur d'un *parc divisionnaire* doit avoir auprès de lui un certain nombre de secrétaires et de plantons; il règle ses mouvements sur ceux des troupes, se maintient en relation avec le général commandant la division, avec les batteries et le parc du corps d'armée, il dirige des caissons de rechange sur les points qui lui sont désignés.

Au début d'une affaire, les voitures accessoires des batteries rejoignent le *parc divisionnaire.*

Les réparations légères sont faites au *parc divisionnaire* par les ouvriers de batterie, les réparations plus importantes sont exécutées au parc du corps d'armée.

Approvisionnements en munitions. — L'approvisionnement arrêté en 1867 pour l'infanterie est satisfaisant; le *parc divisionnaire* doit donc transporter 30 cartouches par homme, soit 327 000 pour la division; il comprend, en outre, un caisson de rechange pour chaque pièce dont l'approvisionnement se trouve ainsi porté à 200 coups.

Personnel de l'état-major de l'artillerie divisionnaire. — L'état-major d'une division de l'artillerie comprend :

1 lieutenant-colonel (ou colonel);
2 chefs d'escadron (un pour deux batteries);
3 adjoints,
[illegible]s secrétaires et les plantons nécessaires.

[illegible] adjoints, quand ils ne sont pas pris parmi les capi-

taines en second des batteries, sont, comme les secrétaires, tirés de l'armée auxiliaire. Ils ont pour mission de transmettre aux batteries les ordres émanant du commandant de l'artillerie divisionnaire.

Personnel des batteries. — L'organisation des cadres des batteries, déjà satisfaisante, doit être complétée ainsi qu'il suit :

A chaque batterie seront attachés trois lieutenants, un adjudant et un sous-chef artificier; on augmentera le nombre des servants disponibles à la réserve de la batterie et le nombre des chevaux haut-le-pied, et l'on donnera en outre un deuxième bourrelier aux batteries qui n'en ont qu'un.

Pour ne pas multiplier outre mesure le nombre des officiers de grades inférieurs, le troisième lieutenant sera tiré des officiers auxiliaires au moment de la mobilisation: mais les adjudants devront toujours être présents dans leurs batteries; autrement, lorsque la guerre viendrait à éclater, on se trouverait obligé de faire un grand nombre de nominations et on enlèverait ainsi aux batteries la plupart des maréchaux-des-logis chefs au moment où ils sont le plus utiles.

Le sous-chef artificier comptera parmi les sous-officiers de la batterie, dont le nombre ne sera pas accru.

Batterie de 8 pièces. — L'unité tactique de l'artillerie doit toujours être la batterie de 6 pièces; allégée par la création récente des réserves divisionnaires, elle peut être aisément dirigée dans toutes les circonstances par le capitaine qui la commande. On favoriserait peut-être l'avancement dans de certaines limites en lui substituant la batterie de 8 pièces, mais ce changement d'organisation n'aurait pas une supériorité marquée pour le service en temps de guerre. La nouvelle batterie, commandée par un chef d'escadron ayant deux capitaines sous ses ordres, serait moins mobile que l'ancienne : elle pourrait, il est vrai, se scinder facilement en deux détachements d'égale

force; mais cet avantage, sensible surtout au point de vue administratif, ne compenserait pas l'inconvénient qu'il y aurait à retenir constamment les capitaines dans des fonctions subalternes où ils pourraient perdre à la longue tout esprit d'initiative.

Escortes et soutiens de l'artillerie. — Plusieurs officiers, jugeant que les troupes employées à soutenir momentanément l'artillerie n'assurent la sécurité de cette arme que d'une manière imparfaite, proposent de créer des corps particuliers destinés à former des escortes permanentes pour les batteries.

Suivant les uns, on attacherait à chaque division un bataillon d'artillerie à pied dont les hommes seraient exercés à l'exécution des travaux de fascinage et de terrassement; suivant les autres, la cavalerie est naturellement appelée à suivre et à garder l'artillerie, et ce service doit être confié à des escadrons spéciaux dont les hommes seraient armés de fusils et les chevaux harnachés de manière à pouvoir servir de chevaux de trait à un moment déterminé.

D'autres officiers, en petit nombre il est vrai, estiment au contraire que les escortes permanentes, quelle qu'en soit la composition, ne peuvent que bien difficilement remplir la mission qui leur est assignée; en effet, si la troupe de soutien est tirée de l'infanterie, elle ne peut pas toujours suivre les batteries qui ont fréquemment à parcourir des distances considérables à des allures rapides, et lorsqu'elle se compose de cavalerie, la nature du terrain lui permet rarement de prêter à l'artillerie une protection bien efficace; c'est, disent-ils, aux généraux à prendre, suivant les circonstances, les dispositions tactiques propres à mettre cette arme à l'abri des entreprises de l'ennemi.

2. MATÉRIEL ET PERSONNEL NÉCESSAIRES POUR UNE DIVISION DE CAVALERIE [1].

Nombre de batteries par division de cavalerie. — Deux

[1] Chaque division de cavalerie comprend 4 régiments (de 5 escadrons) à 800 chevaux.

batteries paraissent suffisantes pour une division de cavalerie; elles doivent être servies par l'artillerie à cheval.

Calibre. — Les batteries destinées à appuyer la cavalerie doivent être nécessairement très-légères, mais toutes les fois que ce sera possible, on leur donnera la même bouche à feu qu'aux batteries des divisions d'infanterie, afin de conserver l'avantage qui résulte de l'unité de matériel.

Canons à balles. — Il serait souvent utile de donner des canons à balles aux divisions de cavalerie pour suppléer à l'insuffisance de leurs feux : les batteries qui les accompagnent ont plutôt d'ailleurs à lutter contre des troupes qu'à renverser des obstacles matériels.

Matériel des batteries. — Les batteries attachées aux divisions de cavalerie n'ont pas, en général, à soutenir d'engagements de longue durée, il est donc suffisant de leur assurer un approvisionnement de 150 coups par pièce; chacune d'elles doit se composer de :

6 pièces, 6 caissons, 2 chariots de batterie, 1 forge, 1 affût de rechange.

Elles tirent ordinairement leurs réapprovisionnements des parcs les plus voisins, mais il peut être plus avantageux, dans certains cas, d'attacher aux divisions de cavalerie un petit parc transportant 60 à 70 coups par pièce et une certaine quantité de cartouches pour armes portatives.

Personnel de l'état-major. — L'état-major d'artillerie d'une division de cavalerie comprend :

1 officier supérieur;
1 adjoint,

avec les secrétaires et les plantons nécessaires.

Personnel des batteries. — Il y a lieu d'introduire dans les cadres des batteries à cheval les modifications déjà indiquées pour les batteries montées.

3. MATÉRIEL ET PERSONNEL NÉCESSAIRES POUR LA RÉSERVE D'ARTILLERIE D'UN CORPS D'ARMÉE D'INFANTERIE.

Nombre, espèce et calibre des batteries formant la réserve d'un

corps d'armée d'infanterie. — Le rôle des réserves d'artillerie n'est pas uniquement d'attendre que l'heure soit venue de soutenir les parties faibles de la ligne de bataille : souvent, bien avant la fin de la lutte, elles sont appelées à concourir d'une manière prompte et énergique à des opérations décisives pour l'issue du combat. C'est encore à elles qu'appartient le soin de détruire les obstacles résistants, retranchements, villages fortifiés, etc., devant lesquels l'artillerie divisionnaire resterait impuissante ; elles doivent donc allier la puissance à la mobilité pour bien remplir les missions diverses qui peuvent leur être confiées. On pourvoira à tous les besoins en composant la réserve d'un corps d'armée de :

4 batteries de fort calibre (7 ou 12) ;
2 batteries de canons à balles ;
2 batteries à cheval.

Munitions d'infanterie. — Les parcs seuls doivent être chargés du transport des munitions d'infanterie ; en confiant, même partiellement, ce service aux réserves d'artillerie, on diminuerait leur mobilité d'une manière fâcheuse.

Personnel de l'état-major. — L'état-major comprend :

1 colonel ;
4 chefs d'escadron (un pour deux batteries) ;
5 adjoints,
[illegible] secrétaires et les plantons nécessaires.

[illegible]*nnel des batteries.* — Les batteries de la réserve ont [illegible]me composition que les batteries divisionnaires.

[illegible]TÉRIEL ET PERSONNEL NÉCESSAIRES POUR LA RÉSERVE D'ARTILLERIE D'U[illegible]RMÉE DE CAVALERIE.

Nombre, espè[illegible] des batteries formant la réserve [illegible]'un corps d'a[illegible]e. — La réserve d'artillerie d'un corps de ca[illegible]pose ordinairement de deux batteries à ch[illegible] léger ; l'une de ces batteries est [illegible]atterie de canons à balles lorsque le [illegible]harge d'une entreprise dont la réussite

n'est assurée que par une grande célérité dans l'exécution, doit agir sans le concours de l'infanterie. Comme elles n'ont pas de luttes bien longues à soutenir, il est inutile de les faire suivre par des voitures de munitions.

Personnel de l'état-major. — L'état-major de la réserve d'artillerie d'un corps d'armée de cavalerie se compose de :

1 chef d'escadron ;
1 adjoint,

avec les secrétaires et les plantons nécessaires.

Personnel des batteries. — Les batteries à cheval attachées à la réserve d'artillerie d'un corps de cavalerie conservent leur composition ordinaire.

5. MATÉRIEL ET PERSONNEL NÉCESSAIRES POUR LA RÉSERVE GÉNÉRALE D'ARTILLERIE D'UNE ARMÉE COMPOSÉE DE TROIS CORPS D'ARMÉE D'INFANTERIE ET D'UN CORPS D'ARMÉE DE CAVALERIE.

Nombre, espèce et calibre des batteries formant la réserve générale de l'artillerie d'une armée. — Il est utile d'attacher une réserve générale d'artillerie aux armées composées de plusieurs corps d'armée : de cette manière, les généraux en chef peuvent sur-le-champ disposer d'une artillerie puissante, sans être obligés d'emprunter momentanément aux corps placés sous leurs ordres une partie de leurs ressources. La réserve générale d'une armée composée de trois corps d'armée d'infanterie et d'un corps d'armée de cavalerie, doit comprendre :

6 batteries montées de fort calibre (7 ou 12) ;
4 batteries à cheval { 2 de calibre léger,
2 de canons à balles.

Munitions d'infanterie. — La réserve générale d'artillerie ne transporte pas de munitions d'infanterie, ce service est réservé en entier aux parcs.

Personnel de l'état-major. — Le personnel de l'état-major de la réserve générale de l'artillerie d'une armée comprend :

1 général de brigade, commandant supérieur ;
1 capitaine, aide de camp ;

1 lieutenant-colonel, chef d'état-major;
2 capitaines adjoints;
1 garde d'artillerie;
1 colonel, commandant les six batteries montées;
3 chefs d'escadron (un pour deux batteries);
1 capitaine adjoint;
1 lieutenant-colonel, commandant les quatre batteries à cheval;
2 chefs d'escadron (un pour deux batteries);
1 capitaine adjoint,

et en outre un certain nombre de secrétaires et de plantons.

Les batteries de la réserve générale étant le plus souvent employées en masse, il ne paraît pas nécessaire de placer des capitaines auprès des chefs d'escadron commandant les divisions, les fonctions d'adjoint peuvent être confiées à des adjudants sous-officiers.

Personnel des batteries. — Les batteries qui doivent former la réserve générale de l'artillerie conservent leur composition normale.

6. BOUCHES A FEU DE CAMPAGNE NÉCESSAIRES A CHAQUE ARMÉE.

Les indications données précédemment au sujet du nombre, de l'espèce et du calibre des bouches à feu qu'il convient d'attacher aux divers éléments d'une armée, sont résumées dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION DES CORPS.	BATTERIES montées de 4 ou de 5	BATTERIES montées de 7 ou de 12	BATTERIES à cheval.	BATTERIES de canons à balles.	OBSERVATIONS.
1er corps d'armée d'infanterie....	12	4	4	2	
2e id.	12	4	4	2	
3e id.	12	4	4	2	
Corps d'armée de cavalerie.....	»	»	6	1 (1)	(1) à cheval.
Réserve générale d'artillerie.....	»	6	2	2 (1)	
TOTAUX.....	36	18	20	9	
	83				

Ces 83 batteries, attelant 498 bouches à feu, sont réparties de la manière suivante entre les divisions, les réserves de corps d'armée et la réserve générale :

Aux divisions	47 batteries	ou	$\frac{57}{100}$
Aux réserves de corps d'armée	26	id.	$\frac{31}{100}$
A la réserve générale.	10	id.	$\frac{12}{100}$

Si l'on considère les calibres, les batteries se groupent ainsi qu'il suit :

Batteries montées.	de 4 ou de 5..	36 batteries,	ou	$\frac{44}{100}$
	de 7 ou de 12..	18	id.	$\frac{22}{100}$
Batteries à cheval.		20	id.	$\frac{24}{100}$
Batteries de canons à balles	montées. . 6 / à cheval. . 3	9	id.	$\frac{10}{100}$

On a ainsi 4,2 pièces pour 1000 hommes d'infanterie, et 4,4 pièces pour 1000 hommes de cavalerie.

Nombre des bouches à feu de campagne nécessaires pour les quatre armées. — Il résulte des donnés précédentes que si la France mettait sur pied quatre armées d'égale force, le nombre des batteries à mobiliser serait le suivant :

Batteries montées	de 4 ou de 5.		144
	de 7 ou de 9.		72
Batteries à cheval.			80
Batteries de canons à balles	montées	24	36
	à cheval	12	
			332

Soit 332 batteries attelant 1 992 bouches à feu.

(A suivre.)

NOTE SUR DES EXPÉRIENCES COMPARATIVES

ENTRE DES CANONS DE 4 RAYÉS DE CAMPAGNE, DES CANONS ANGLAIS DE 9 LIVRES EN BRONZE OU EN FER ET ACIER (DE WOOLWICH) ET DES CANONS SYSTÈME VAVASSEUR, EXÉCUTÉES PAR LA COMMISSION D'EXPÉRIENCES DE BOURGES.

La Commission de Bourges a exécuté en 1872 des expériences ayant pour but :

1° De comparer le canon de 4 rayé de campagne aux canons rayés de 9 livres, se chargeant par la bouche, en bronze ou en fer et acier, adoptés par le gouvernement anglais et appelés sommairement canons de Woolwich, ainsi qu'aux canons de 12 livres se chargeant par la bouche, en fer et acier, fabriqués par M. Vavasseur;

2° D'étudier les affûts adoptés par le gouvernement anglais et les affûts présentés par M. Vavasseur.

I. DESCRIPTION SUCCINCTE DU MATÉRIEL.

Canons. — Le canon de 9 livres en bronze a été adopté en 1869 pour le service de l'Inde, sur les propositions du colonel Maxwell de l'artillerie royale. En 1870, son emploi fut étendu au service de la métropole. Comme ensuite quelques pièces tirées en expérience furent mises hors de service après un très-petit nombre de coups, la fabrication fut suspendue en attendant le résultat des essais ordonnés en vue d'augmenter l'homogénéité du métal. Ce résultat fut si difficile à atteindre que pour le service de la métropole et des colonies autres que l'Inde le bronze fut remplacé par le fer et l'acier. Un grand nombre de pièces de ce dernier modèle a été également envoyé dans l'Inde.

Le canon de 9 livres en fer et acier est intérieurement

tout à fait semblable au canon en bronze; extérieurement il n'en diffère que très-peu. Il est du même poids. Il est formé par un tube intérieur trempé à l'huile et par un manchon de culasse en fer qui porte les tourillons. Les deux modèles reçoivent trois rayures ayant à très-peu près le même profil que les rayures du canon de 4; le profil français a été comparé au profil dit de Woolwich, il a donné un peu plus de vitesse, de portée et de justesse, et s'est usé moins vite.

M. Vavasseur, ingénieur anglais, a présenté deux modèles de canons, l'un à rayures, l'autre à côtes saillantes. Leur construction est la même : un tube en acier, trempé à l'huile, est renforcé par quatre frettes en fer dont l'une porte les tourillons. Cette construction, comparée à celle de Woolwich, présente moins de résistance à la rupture transversale; elle est plus économique. Les canons de Woolwich et Vavasseur ont le même poids, le même calibre, la même longueur d'âme, les mêmes épaisseurs totales. Dans les canons Vavasseur, l'épaisseur du tube est un peu plus grande. Le canon Vavasseur à rayures a le même nombre et le même profil de rayures que les canons de Woolwich. La section de l'âme du canon Vavasseur à côtes saillantes présente, au lieu de 3 rayures en creux, 3 côtes saillantes qui pénètrent dans des rainures pratiquées sur le projectile. Dans ce système, le frottement se produit entre métaux durs et par larges surfaces; il peut n'en résulter ni déformations ni même usure pour aucun de ces métaux. Dans le système à rayures, l'écrasement des ailettes augmente dans l'âme l'amplitude des battements et produit au sortir de l'âme des écarts angulaires prononcés et variables qui sont nuisibles au tir. De plus, le projectile qui porte des rainures en creux doit éprouver de la part de l'air une résistance bien moindre que le projectile qui porte des ailettes en saillie. Pour ces motifs, il est permis d'attendre du système à côtes saillantes plus de justesse et plus de portée.

Principaux éléments des canons.

DIMENSIONS, POIDS ET DONNÉES DIVERSES.	CANON DE 4 français.	CANON de Woolwich		CANON Vavasseur	
		en bronze.	en acier.	à rayures.	à côtes saillantes.
Diamètre de l'âme (calibre)..... mm	86,5	76,2	76,2	76,2	76,2
Longueur de l'âme	1400	1613	1613	1613	1613
id. en calibres.....	16,19	21,17	21,17	21,17	21,17
Nombre des rayures ou des côtes saillantes	6	3	3	3	3
Profond. des rayures ou haut. des côtes saillantes mm	2,8	2,8	2,8	2,8	4,4
Largeur des rayures ou des côtes saillantes sur le cercle de l'âme.....	26	20,3	20,3	20,3	12,5
Inclinaison des rayures ou des côtes saillantes sur les génératrices..... deg.	6°53'	5°59'	5°59'	7°10'	7°10'
Épaisseur totale de métal suivant le rayon, au fond de l'âme..... Cal.	0,8	1,08	1,12	1,08	1,08
Épaiss. du tube suiv. le rayon au fond de l'âme	»	»	0,37	0,58	0,58
Épaisseur minima de métal à la volée.....	0,36	0,46	0,46	0,45	0,45
Longueur totale de la pièce ..... mm	1600	1829	1829	1835	1835
Poids de la pièce..... kil.	330	410	410	410	424
Prépondérance de culasse.....	44	3,2	3,2	3,2	3,2

Munitions. — Les canons de Woolwich tirent à la charge de $0^k,793$ — 1 livre 12 onces — ($^1/_{5.1}$ du poids de l'obus ordinaire) de poudre anglaise *R. L. G.* : l'obus ordinaire, l'obus à balles et la boîte à mitraille.

Ces trois sortes de projectiles ont même diamètre et même longueur : chaque case du coffre à munitions peut être occupée par l'un quelconque des projectiles et le chargement peut être modifié suivant les circonstances.

Les corps de l'obus ordinaire et de l'obus à balles sont tournés avec précision ; les ailettes (en zinc) sont également tournées. Le vent des ailettes dans la largeur des rayures n'est que de $0^{mm},5$, ce qui exige une grande précision dans le rayage de la pièce et dans la pose des ailettes.

L'obus à balles est, au moyen d'une construction assez compliquée, disposé pour que la vitesse imprimée par la charge explosive s'ajoute à la vitesse du projectile sur sa trajectoire au moment de l'explosion. La charge explosive est logée dans le culot et la tête présente une faible ré-

sistance. Sur la paroi intérieure et dans la hauteur sont ménagées six lignes de rupture; le rapport de leur plus grande profondeur à l'épaisseur de la paroi est $^1/_{3.8}$.

La boîte à mitraille anglaise contient un grand nombre de balles en plomb durci par une petite quantité d'antimoine. Les interstices sont remplis par un mélange à parties égales de sable et de résine.

Les canons Vavasseur tirent à la charge de $0^k,907$ — 2 livres — ($^1/_{5.7}$ du poids de l'obus ordinaire à ailettes) de poudre anglaise *R. L. G.* : l'obus ordinaire, l'obus à balles et l'obus à segments.

L'obus ordinaire Vavasseur est épais au culot et mince autour de l'œil. Il n'est pas tourné. La fabrication a comporté de très-larges tolérances.

Dans l'obus à balles, la charge explosive est placée dans l'axe du projectile de manière à augmenter la dispersion. Sur la paroi intérieure sont ménagées trois lignes de rupture longitudinales; le rapport de leur plus grande profondeur à l'épaisseur de la paroi est de $^1/_{2.3}$.

L'obus à segments a le même poids et la même disposition que l'obus à balles. La charge est centrale. Le projectile renferme 30 segments en fonte.

Les projectiles destinés aux canons à rayures sont munis de deux rangs d'ailettes en bronze.

L'obus ordinaire pour canon à côtes saillantes est semblable à l'obus pour canon à rayures, seulement les ailettes sont remplacées par trois rainures en creux; ces rainures ont été pratiquées avec assez de précision. Le vent des côtes saillantes dans les rainures est dans la largeur en moyenne $0^{mm},6$ à la surface du projectile. Sur le diamètre, le vent est environ $0^{mm},8$.

Les obus ordinaires de Woolwich et Vavasseur sont enduits intérieurement d'un vernis formé par un mélange de résine, de plâtre et de térébenthine. La charge n'étant plus en contact avec la fonte, se prend moins facilement en roche.

Principaux éléments des projectiles.

	DIMENSIONS, CHARGEMENT ET POIDS.	CANON DE 4 français.	CANONS de Woolwich.	CANON VAVASSEUR (11) à rayures.	CANON VAVASSEUR (11) à côtes saillantes
OBUS ORDINAIRES.	Diamètre moyen du corps de l'obus mm	84	74,7±0,25	74,8 (1)	74,8 (1)
	Diamètre moyen sur les ailettes ou au fond des rainures	91,2	81,3±0,1	81,3	66,6
	Vent moyen du corps de l'obus dans l'âme	2,5	1,5±0,25	1,4	1,4
	Vent moyen dans les rayures ou dans les côtes saillantes, sur le diamètre	0,9	0,5±0,1	0,5	0,8
	Longueur totale du projectile	160	201,4±2,5	241,3	241,3
	Rapport de la longueur au diamètre	1,9	2,7	3,25	3,25
	Épaisseur moyenne aux parois mm	12,85	14±1,3	18,5 (2)	18,5 (2)
	Épaisseur moyenne au culot	12,75	15,2±1,3	28 (4)	28 (4)
	Poids moyen de l'obus vide kil.	3,660	3,816	4,845	4,735 (5)
	Poids de la charge intérieure	0,200	0,214	0,230	0,230
	Poids de la fusée	0,140 (6)	0,050 (7)	0,155 (8)	0,155 (8)
	Poids total de l'obus chargé	4,000	4,080	5,230	5,120
OBUS A BALLES.	Diamètre des balles mm	14,7	13,7 et 17,2	13,5	»
	Nombre des balles	de 80 à 85	63 dont 35 de 13,7 28 de 17,2	99	»
	Poids de l'obus vide kil.	2,600	2,310	3,690	»
	Poids des balles	1,681	1,175	1,190	»
	Poids du sable et du soufre pour les obus français, de la résine pour les obus étrangers	0,195	0,140	0,120	»
	Poids div., suiv. la dispos. de l'obus	»	0,550	0,134	»
	Poids de la charge intérieure	0,085	0,025	0.036	»
	Poids de la fusée à temps	0,157	0,050	0,050	»
	Poids total de l'obus chargé	4,718	4,250	5,220	»
BOITES A MITRAILLE	Diamètre des balles mm	26 (9)	17,5 (10)	»	»
	Nombre des balles	41	110	»	»
	Poids du corps de boîte et des culots kil.	1,220	0,960	»	»
	Poids des balles	2,870	3,060	»	»
	Poids du goudron et du soufre pour la boîte française, de la résine et du sable pour la boîte anglaise	0,635	0,400	»	»
	Poids total de la boîte à mitraille	4,725	4,420	»	»

(1) 74,8 est le diamètre normal admis par M. Vavasseur. Les projectiles tirés ne portaient en moyenne que 74,2, et les diamètres variaient entre 73,3 et 74,9.

(2) L'épaisseur va en décroissant jusqu'à l'œil de l'obus, où elle n'est plus que 10mm. reste 14mm,4 de fonte sous les rainures.

ans les obus Vavasseur, le fond du vide intérieur est hémisphérique ; 28mm est eur dans l'axe du projectile.

n a enlevé 0k,110 en pratiquant les rainures. (6) Fusée à temps métallique. (7) Fusemps en bois Boxer. (8) Fusée à percussion métallique. (9) En fer forgé. (10) En de 3 parties de plomb et de 1 d'antimoine. (11) Le poids de l'obus à segments ons se décompose ainsi : Corps en fonte, 3k,470 ; 30 segments en fonte, 0k,630 ; zinc, 0k,024 ; charge intérieure, 0k,036 ; ampoulette en zinc, 0k,110, ,050 ; poids total, 5k,220. M. Vavasseur n'a envoyé que des obus oranon à côtes saillantes.

Affûts. — Les canons de Woolwich étaient placés sur des affûts du service anglais. Le corps d'affût est formé par deux flasques convergents en fer à cornières, les cornières dirigées en dedans. L'essieu en fer est encastré dans un corps d'essieu en bois, cette disposition ayant pour but d'amortir les chocs et de faciliter les assemblages. Les moyeux des roues sont en bronze, système qui, appliqué dans l'Inde, puis envoyé en Angleterre en 1861 et continuellement expérimenté depuis cette époque, a toujours été l'objet de rapports favorables. L'appareil de pointage, dû à M. Whitworth, est une vis liée au bouton de culasse, mue par l'intermédiaire d'un engrenage d'angle renfermé dans une boîte en tôle d'un faible volume logée dans les flasques. L'affût anglais est figuré dans la livraison de janvier 1873 de la *Revue d'Artillerie* (pl. IX, fig. 13). Les affûts expérimentés à Bourges présentent avec celui qui est figuré les deux différences suivantes : le levier de pointage en fer mince, longtemps en usage dans l'Inde, est remplacé par un levier en bois; la manivelle à contrepoids de l'appareil de pointage est remplacée par un volant en bronze.

Les canons de M. Vavasseur étaient placés sur des affûts fabriqués par le même constructeur. Ces affûts se distinguent par des particularités importantes. Le corps d'affût est formé par deux flasques et deux demi-flèches. Chacune de ces parties est en acier puddlé; elle est formée par une tôle à boudin ployée par dessous. L'opération du rivetage est ainsi supprimée; on évite le poids mort des rivets, poids qui ne contribue pas à la résistance.

M. Vavasseur a déclaré que s'il n'avait été pressé pour la livraison des affûts que le gouvernement français lui avait commandés pendant la guerre, il aurait fait d'une seule pièce le flasque et la demi-flèche. Le temps a manqué pour la confection des engins nécessaires à cette fabrication.

L'essieu est formé par un assemblage d'un type nouveau. Le corps de l'essieu est un double T en acier puddler, l'âme placée horizontalement avec cornières rivées sur les têtes de T en avant et en arrière. Les fusées d'essieu en fer cémenté sont fixées par une patte rivée sous l'âme du T.

Le constructeur a sans doute attribué à ce dispositif les avantages de présenter une forme plus rationnelle que les essieux ordinaires et de permettre en outre des liaisons plus nombreuses et plus solides avec le corps d'affût. Si la construction de ces affûts avait été moins précipitée, un laminoir spécial aurait fabriqué d'une seule pièce le double T et les cornières.

L'appareil de pointage consiste en une crémaillère droite, liée au bouton de culasse, manœuvrée par l'intermédiaire d'un pignon et arrêtée par un frein à la hauteur voulue.

M. Vavasseur a présenté un autre affût dont le corps est un peu allégé et qui est muni de freins de recul. Une dent-de-loup fixée à l'essieu fait frotter une couronne dentée en acier sur deux plateaux coniques en bronze attenant au moyeu métallique. Un de ces plateaux est fixe et l'autre mobile; un écrou de serrage, en rapprochant plus ou moins les deux plateaux, règle l'énergie du frein. Le poids de la paire de freins est considérable, il atteint 130 kil.

Le tableau suivant fait connaître les principaux éléments des affûts :

Principaux éléments des affûts.

DIMENSIONS, POIDS ET DONNÉES DIVERSES.	AFFUT DE 4 français.	AFFUT de Woolwich.	AFFUT VAVASSEUR sans freins de recul.
Hauteur de l'axe de la bouche à feu (horizontale) au-dessus du sol (l'affût en batterie)..... mét.	1,045	1,050	1,160
Distance du point de contact des roues à celui de la crosse (l'affût en batterie).....	1,930	1,965	2,220
Distance verticale de l'axe des tourillons à l'axe de l'essieu (l'affût en batterie).....	0,330	0,300	0,425
Distance horizontale entre l'axe des tourillons et celui de l'essieu (l'affût en batterie.....	0,025	0,042	0,025
Angles limites du tir ..... deg.	— 9° + 18°	— 11° + 21°1/2	— 5° + 20° + 41°(1)
Poids de la crosse sur le sol..... kil.	72	95	106
Voie de l'affût et de l'avant-train..... mét.	1,430	1,515	1,570
Diamètre de la roue (commune à l'affût et à l'avant-train.....	1,430	1,524	1,490
Poids de la roue..... kil.	70	104,5	101
Poids de l'affût sur roues équipé sans bouche à feu	425	600	673
Poids de l'avant-train sur roues chargé et équipé.	556	742	701
Poids total de la voiture chargée et équipée.....	1311	1752	1784
Nombre total de coups transportés dans les coffres et les coffrets.....	44	34 ou 40(2)	32
Nombre de servants transportés sur la voiture.....	2	5 (3)	3
Nombre de chevaux.....	4	6	6
Poids à traîner par cheval { sans les servants..... kil.	328	292	297
Poids à traîner par cheval { avec les s. (comptés à 80k chacun)	368	359	337

II. EXPÉRIENCES.

Mesure des vitesses initiales. — Les tirs comparatifs ont commencé et fini par la mesure des vitesses. Cette mesure a donné les résultats suivants :

Canons de 4 français : 343 mètres ; pas de perte de vitesse après 190 coups.

---

(1) L'appareil de pointage étant enlevé et la culasse reposant sur la fonçure de l'affût.

(2) Les coffres sont ordinairement chargés à 30 coups. Ils peuvent être exceptionnellement chargés à 36 coups.

(3) 3 sur l'avant-train et 2 sur les coffrets d'affût. En outre 2 hommes peuvent être au besoin transportés sur les sous-verges de devant qui sont sellés.

Canons de Woolwich : 424 mètres. Les tables de tir anglaises signalent 421 mètres. Après 280 coups, pas de perte de vitesse dans les canons en fer et acier ; après le même nombre de coups, perte de 8 mètres dans les canons en bronze.

Canon Vavasseur à rayures : 381 mètres; pas de perte de vitesse après 290 coups.

Canon Vavasseur à côtes saillantes : 389 mètres; pas de perte de vitesse après 270 coups.

Épreuves balistiques. — Les tableaux suivants contiennent les résultats des épreuves balistiques. Ces résultats sont compensés à l'exception des dérivations. Cet élément du tir est particulièrement altéré par les conditions atmosphériques. Les expériences n'ont pas été assez nombreuses pour que les influences perturbatrices puissent être considérées comme s'annulant et pour qu'on puisse déterminer avec une probabilité suffisante les valeurs absolues des dérivations dans l'air calme.

Les angles de chute, les écarts moyens en hauteur et la probabilité de tir contre un panneau ont été calculés.

Renseignements divers relatifs au tir.

ANGLE de tir.	PORTÉE.				
	Canon de 4 français.	Canon de Woolwich		Canon Vavasseur	
		en bronze.	en acier.	à rayures.	à côtes saillantes.
Degrés.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
6	1690	2267	2287	2101	2420
8	2045	2734	2755	2570	2895
10	2355	3150	3171	2990	3320
12	2630	3517	3538	3365	3695
14	2875	3849	3871	3708	4025
16	3095	4152	4174	4020	4325
18	3295	4428	4450	4300	4610
20	3480	4678	4701	4557	4865
22	3650	4905	4928	4793	5110

ANGLE de tir.	DÉRIVATION.				
	Canon de 4 français.	Canon de Woolwich		Canon Vavasseur	
		en bronze.	en acier.	à rayures.	à côtes saillantes.
Degrés.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
10	17,8 (Dr)	5,6 (Dr)	7,0 (Dr)	10,6 (G) 10,6 (G)	16,5 (Dr)
12	22,4 (Dr)	1,0 (Dr)	2,3 (Dr)	11,1 (G) 23,6 (G)	12,9 (Dr)
14	56,6 (Dr)	38,1 (Dr)	42,0 (Dr)	16,9 (Dr) 15,2 (Dr)	46,5 (Dr)
16	66,4 (Dr)	32,9 (Dr)	37,0 (Dr)	16,1 (Dr) 1,2 (Dr)	43,4 (Dr)
18	82,7 (Dr)	64,9 (Dr)	68,8 (Dr)	43,0 (Dr)	

Nota. — Les chiffres placés sur les mêmes lignes sont les résultats d'expériences exécutées comparativement dans les mêmes séances.

PORTÉE.	ANGLES DE TIR ET DE CHUTE. (T angle de tir. — C angle de chute.)									
	Canon de 4 français.		Canon de Woolwich				Canon Vavasseur			
			en bronze.		en acier.		à rayures.		à côtes saillantes.	
	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C
2000	7°44′	11°12′	4°58′	7°20′	4°54′	7°14′	5°35′	7°38′	4°25′	6° 3′
2500	11° 2′	16°36′	6°59′	10°29′	6°54′	10°22′	7°43′	10°49′	6°20′	8°53′
3000	15° 0′	23°17′	9°16′	13° 8′	9°10′	13° 0′	10° 3′	14°23′	8°30′	12°11′
3500	20°14′	31°48′	11°53′	18°19′	11°46′	18° 9′	12°43′	18°28′	10°54′	15°52′
4000	»	»	15° 0′	23°12′	14°52′	23° 1′	15°53′	23°15′	13°50′	20°20′
4500	»	»	18,33′	28°34′	18°24′	28°22′	19°35′	28°40′	17°15′	25°26′

PORTÉE.	ÉCART MOYEN EN DIRECTION.				
	Canon de 4 français.	Canon de Woolwich		Canon Vavasseur	
		en bronze.	en acier.	à rayures.	à côtes saillantes.
mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
2000	5,4	3,4	3,4	3,5	1,7
2500	7,6	4,7	4,7	5,0	2,4
3000	10,3	6,2	6,1	6,8	3,2
3500	13,7	7,8	7,7	9,8	4,2
4000	»	9,8	9,7	14,2	5,3
4500	»	12,0	11,9	20,2	6,5

PORTÉE.	ÉCART MOYEN EN PORTÉE.				
	Canon de 4 français.	Canon de Woolwich		Canon Vavasseur	
		en bronze.	en acier.	à rayures.	à côtes saillantes.
mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
2000	33,8	14,2	14,1	46,0	23,3
2500	47,3	19,6	19,4	64,0	33,3
3000	62,6	25,5	25,2	83,5	44,4
3500	81,0	32,1	31,8	107,0	56,4
4000	»	39,6	39,3	156,0	70,6
4500	»	47,6	47,3	220,0	86,1

PORTÉE.	ÉCART MOYEN EN HAUTEUR.				
	Canon de 4 français.	Canon de Woolwich		Canon Vavasseur	
		en bronze.	en acier.	à rayures.	à côtes saillantes.
mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
2000	6,7	1,8	1,8	6,2	2,5
2500	14,1	3,6	3,5	12,2	5,2
3000	26,9	6,4	6,3	21,4	9,6
3500	50,2	10,7	10,4	35,7	16,0
4000	»	17,0	16,7	67,0	26,2
4500	»	25,9	25,5	120,2	40,9

PORTÉE.	Nombre d'obus qui, sur 1000 coups tirés, toucheront probablement une cible de 2m de hauteur et d'une largeur indéfinie.				
	Canon de 4 français.	Canon de Woolwich		Canon Vavasseur	
		en bronze.	en acier.	à rayures.	à côtes saillantes.
mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
2000	97	331	338	105	252
2500	47	174	179	54	124
3000	25	101	103	31	68
3500	13	61	63	19	41
4000	»	39	39	10	25
4500	»	26	26	6	16

Effets du tir sur les canons. — Après 190 coups, les agrandissements maxima des deux canons français étaient de 0mm,9 autour du projectile. Les dégradations étaient notables.

Après 290 coups, les agrandissements maxima des deux

canons de Woolwich en bronze étaient de $0^{mm},4$ un peu en avant du projectile. Les dégradations étaient un peu plus fortes que celles du canon français.

Après le même nombre de coups, les deux canons de Woolwich en acier n'étaient ni agrandis ni dégradés.

Après 290 coups également, les agrandissements maxima des deux canons Vavasseur à rayures étaient $0^{mm},2$; on constatait quelques légères stries.

Après 270 coups, les dégradations du canon Vavasseur à côtes saillantes étaient un peu plus marquées que celles des canons Vavasseur à rayures. On n'a pas pu mesurer les agrandissements faute d'instrument.

Aucun signe n'indique dans les canons Vavasseur une résistance insuffisante. Il est vrai que le nombre des coups tirés par chaque pièce n'est pas considérable.

Un des canons de Woolwich en acier a souvent exigé plusieurs coups de refouloir pour amener le projectile à fond. Il est probable que dans ce canon les rayures ne sont pas exactement parallèles. Les mêmes difficultés se sont parfois produites en Angleterre, et pour y remédier à l'avenir, on a jugé nécessaire, en établissant le canon de campagne de 16 livres, de porter à 1^{mm} le vent dans la largeur des rayures. Le chargement a dès lors toujours été facile et la justesse du tir n'a pas paru altérée.

Dans le canon Vavasseur à côtes saillantes, 5 ou 6 projectiles seulement ont présenté des difficultés à l'introduction. Pour l'obtenir, l'usage de la lime a été nécessaire.

Effets du tir sur les affûts. — Les affûts de Woolwich se sont bien comportés. Les appareils de pointage n'ont éprouvé aucune dégradation; leur manœuvre est douce et assez rapide; la hauteur de la vis reste invariable pendant le tir.

Les affûts Vavasseur ont toujours produit une très-forte percussion à la crosse. Les appareils de pointage se sont dégradés; le système a été trouvé défectueux. Les essieux Vavasseur n'ont pas souffert du tir. Les freins de recul

n'ont fonctionné que lorsqu'on a mis obstacle au soulèvement des dents-de-loup, soit en les appliquant exactement contre les dents de la couronne, soit en les appuyant contre le corps d'essieu par un moyen artificiel. Dans ces conditions, le recul a été réduit de $2^m,60$ à 1 mètre par les freins légèrement serrés et à $0^m,40$ par les freins fortement serrés. Mais ces conditions ne sont évidemment pas pratiques; il est clair qu'on ne doit pas avoir à s'occuper des freins autrement que pour régler l'écrou de serrage. Une modification indiquée par M. Vavasseur aurait peut-être amélioré le fonctionnement. La Commission ne l'a pas exécutée, parce que le système lui a semblé avoir un inconvénient capital et tel qu'il n'est pas possible de l'admettre dans son état actuel, c'est son poids considérable. Il sera sans doute utile de munir de freins des affûts construits en fer ou en acier et par suite d'un poids réduit, destinés à des pièces tirant à grande vitesse initiale un projectile relativement lourd, afin d'atténuer la violence du recul, effet gênant pour le service de la pièce et nuisible à la résistance de certaines parties de l'affût (levier de pointage, hausse, appareil de pointage, coffrets, siéges des servants), mais ces freins devront être simples et légers. Ce problème est encore à résoudre.

Expériences d'éclatement des projectiles chargés en guerre. — Dans les puits, les quatre sortes d'obus ordinaires ont produit à peu près le même nombre d'éclats, de 34 à 38. Les rainures des obus destinés au canon à côtes saillantes n'ont pas facilité la rupture. Les lignes de rupture des obus à balles et à segments de Woolwich et Vavasseur ont presque toutes fonctionné; il semble que ces lignes ne sont pas tout à fait assez profondes sur les projectiles de Woolwich et pas assez nombreuses sur les projectiles Vavasseur. La poudre française ordinaire a donné à peu près les mêmes résultats que la poudre spéciale employée pour le chargement des obus de Woolwich.

On n'a pas pu tirer les projectiles de Vavasseur chargés faute de bonnes fusées.

Les obus français et de Woolwich ont été munis de fusées à temps.

Contre les panneaux (deux rangs de 40 mètres de longueur, $2^{m},50$ de hauteur, distants entre eux de 40 mètres), les obus ordinaires français et de Woolwich ont produit des effets médiocres à la distance de 1 600 mètres. Le meilleur résultat a été donné par un obus de Woolwich éclatant à 2 mètres de hauteur et à 3 mètres en avant du premier rang de panneaux; 24 éclats ont alors touché les deux rangs de panneaux. A une distance peu différente, 1 400 mètres, les effets des obus à balles ont été beaucoup plus considérables (à peu près doubles).

Les boîtes à mitraille de Woolwich se sont montrées un peu supérieures aux boîtes à mitraille françaises. Toutefois leur efficacité ne dépasse pas 600 mètres. A cette distance, elles ont donné en moyenne 15 atteintes dans les deux rangs de panneaux; sur ces 15 balles, 6 seulement, ayant traversé les panneaux (de 15^{mm} d'épaisseur), peuvent être considérées comme meurtrières. De sorte qu'à 600 mètres l'effet de la boîte à mitraille est considérablement inférieur non-seulement à celui d'un obus à balles mais même à celui d'un obus ordinaire. Les balles en plomb durci par une petite quantité d'antimoine sont préférables aux balles en fer. Elles dégradent moins la pièce en cas de rupture de la boîte dans l'âme. Elles sont plus lourdes sous le même diamètre et par suite éprouvent à vitesse égale moins de résistance de la part de l'air. Elles sont assez dures pour n'éprouver que de faibles déformations en traversant des panneaux de 15^{mm} d'épaisseur.

Épreuves de marche. — On a enfin exécuté des épreuves de marche avec les affûts de Woolwich et Vavasseur. Presque tous les écrous non goupillés se sont desserrés. Les boîtes à mitraille anglaises, couchées dans les coffrets d'affût, se sont dégradées. Les essieux système Vavasseur, qui avaient supporté les tirs avec succès, n'ont pas résisté aux épreuves de marche; ils se sont fortement infléchis. Les moyeux métalliques ont parfaitement résisté.

III. CONCLUSIONS DE LA COMMISSION.

Canons. — Le canon de 4 français est considérablement inférieur aux canons de Woolwich et Vavasseur. Il ne pourrait lutter contre aucun d'eux.

Le canon Vavasseur à côtes saillantes est supérieur au canon Vavasseur à rayures.

Comparé aux canons de Woolwich, le canon Vavasseur à côtes saillantes donne un peu plus de portée et de justesse en direction, mais moins de justesse en hauteur et une probabilité de tir contre les troupes plus faible. Ces deux derniers éléments du tir étant dans la pratique d'une importance prépondérante, la supériorité appartient en définitive aux canons de Woolwich.

Dans ces expériences où chaque canon n'a tiré qu'un petit nombre de coups, les deux modèles de Woolwich, l'un en bronze, l'autre en fer et acier, ont donné à très-peu près les mêmes résultats balistiques. Toutefois, après 290 coups, la vitesse du modèle en bronze s'était abaissée de 8 mètres. La prolongation des épreuves pourrait seule faire reconnaître si la vitesse continue à décroître ou si, après un premier abaissement, elle reste stationnaire.

Le modèle en fer et acier qui n'a éprouvé ni perte de vitesse, ni agrandissements, ni dégradations, est supérieur au modèle en bronze.

Projectiles. — Les résultats des expériences conduisent à conclure que pour le chargement par la bouche et le système à rayures les obus ordinaires de Woolwich sont dans de bonnes proportions.

Les obus Vavasseur, plus longs et plus lourds par rapport à leur diamètre, semblent insuffisamment tenus par leurs ailettes dans le canon à rayures. Les projectiles de mêmes proportions donnent de meilleurs résultats dans le canon à côtes saillantes.

Les épaisseurs paraissent mieux réglées dans les obus de Woolwich que dans les obus Vavasseur.

L'expérience ne justifie pas la disposition coûteuse et

compliquée des obus à balles de Woolwich. La vitesse imprimée par une faible charge intérieure de 25 grammes à des fragments dont le poids total est $4^k,250$ est négligeable par rapport à la vitesse du projectile sur sa trajectoire au moment de l'explosion. La charge intérieure ne remplit pas en réalité d'autre rôle que d'ouvrir le projectile. La construction très-simple des obus à balles français paraît dès lors suffisante.

Contre les troupes, les effets des obus à balles sont plus considérables que ceux des obus ordinaires jusqu'à des distances d'autant plus grandes que la trajectoire est plus tendue. Même pour le canon de 4, la distance à laquelle les obus à balles produisent des effets moindres que les obus ordinaires dépasse de beaucoup la dernière graduation de la fusée actuelle à 4 durées (1 200 mètres). Il est désirable que dans le chargement des coffres français la proportion des obus à balles soit augmentée.

L'efficacité des boîtes à mitraille est limitée à une distance rapprochée (600 mètres). Il semble probable que ce genre de munitions sera rarement utilisé.

Affûts. — Les affûts de Woolwich ont bien fonctionné, mais ils sont un peu lourds par rapport à leur pièce. Ils sont doués d'un excès de résistance pour les efforts qu'ils ont à subir. Le corps d'essieu en bois ne semble pas nécessaire. Un essieu en fer ou en acier peut être facilement et solidement lié aux flasques. Les percussions s'amortissent par l'élasticité des roues et de la flèche. L'appareil de pointage est d'un très-bon usage. La manœuvre deviendrait toutefois plus rapide et plus continue si le volant était remplacé par une manivelle à branches et à boules. La liaison au bouton de culasse ne permet pas de très-grandes inclinaisons. On pourrait gagner quelques degrés en rendant l'appareil indépendant de la pièce, le rapprochant un peu de l'essieu et liant la tête de la vis à une fourche articulée contre les flasques le plus près possible des tourillons.

principales données relatives à la nouvelle bouche à feu, seraient les suivantes :

Calibre, 80^{mm}; poids du projectile, 5 kil.; poids de la charge, 1^{k},445; poids du canon, 430 kil. environ; vitesse initiale, 518 mètres.

Longueur du projectile, 230^{mm} (2,9 calibres).

Sous l'angle de 15°, la portée aurait été de 4 800 mètres.

Le projectile porte trois ceintures en cuivre, la ceinture du milieu seule produisant le forcement et donnant le mouvement de rotation.

L'affût en fer destiné à recevoir ce canon est encore en expérience.

Poudrerie militaire de Saint-Chamas; fabrication pendant la guerre de 1870-1871. — La poudrerie militaire de Saint-Chamas, la seule des poudreries militaires dont le travail n'ait pas été interrompu pendant la guerre, a fabriqué, du 1er août 1870 au 1er mars 1871, 430000 kil. de poudre à canon qui, joints aux approvisionnements existants, ont suffi aux besoins des armées de province et de l'armée de Versailles. Pendant la même période, elle a fabriqué 230000 kil. de poudre à fusil, exactement conforme au type réglementaire B. Cet établissement militaire a donc produit en 7 mois, malgré 17 jours de chômage causés par les gelées du mois de décembre, près de 700000 kil. de poudre de guerre. Pour suffire à une production aussi considérable, la poudrerie de Saint-Chamas, qui n'avait au début que 76 pilons et 5 paires de meules, a dû recourir à des procédés rapides fondés sur de nombreuses expériences faites, en 1869, dans l'établissement.

C'est ainsi que : 1° une partie de la poudre à canon, d'ailleurs exactement conforme au type réglementaire, a été obtenue au moyen de triturations sous les meules, dont la durée était réduite à 30 minutes, sans triturations binaires ou ternaires préalables, et avec un galetage particulier; 2° la poudre B a été fabriquée, sans triturations

binaires ou ternaires préalables, en soumettant simplement les matières à l'action des meules pendant deux heures, chargement, galetage et déchargement compris. Ces procédés sont différents de ceux qui ont été employés dans les manufactures de l'État pour la fabrication de la poudre B et qui sont caractérisés par des triturations préalables, binaires ou ternaires, dans des tonnes [1].

NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES.

L'artillerie de la marine française en 1872, par L. Gadaud, lieutenant de vaisseau. (Paris, Artus-Bertrand.)

Cette étude n'est pas la simple reproduction du travail publié par M. Gadaud en 1869, sous le titre : « *L'artillerie de la marine française en 1868.* » La nouvelle édition se distingue, en effet, de l'ancienne par des additions importantes consacrées à l'exposition des progrès réalisés par l'artillerie de la marine, pendant les quatre dernières années, et elle donne de précieux renseignements sur les améliorations nouvellement adoptées.

Dans les premiers chapitres, l'auteur, traitant des poudres de guerre, fait connaître les modifications qu'elles ont déjà subies par suite des recherches qui se continuent encore en France et à l'étranger. Il présente ensuite quelques considérations sur le mouvement des projectiles dans le vide et dans l'air, indique brièvement l'effet des rayures, rappelle le principe de la méthode en usage pour mesurer la vitesse initiale et signale les causes diverses qui influent sur la valeur de cet élément du tir.

Dans les chapitres suivants, M. Gadaud décrit les modèles 1858, 1860 et 1864-1866 successivement mis en

[1] D'après la Note dont ces données sont extraites, et que le manque d'espace a empêché de reproduire, ces triturations ont été jugées inutiles à Saint-Chamas dès 1869.

service, et fait ressortir les dispositions particulières qui les caractérisent, c'est-à-dire l'adoption définitive du chargement par la culasse; la substitution, dans le tracé des flancs des rayures, d'un profil rectiligne au profil en anse de panier et le remplacement des ailettes en zinc par des ailettes en cuivre qui, plus résistantes et remplissant complétement les rayures, permettent d'employer des charges plus considérables.

Malgré ces modifications, les projectiles lancés par le canon de 27^{c}, la plus puissante de nos bouches à feu d'alors, traversaient tout juste une muraille de chêne de 80^{c} d'épaisseur recouverte par des plaques de 22^{c}. Cet effet, bien inférieur aux résultats qu'obtenaient à la même époque certaines artilleries étrangères, n'était plus suffisant, puisque dans les derniers types adoptés pour la construction des navires de guerre, l'épaisseur de la cuirasse atteignait, ou dépassait même 30^{c}. Les recherches entreprises pour remédier à cet état de choses ont conduit à l'adoption de dispositions nouvelles dont l'ensemble constitue le modèle 1871. Dans ce nouveau système, les projectiles, au lieu d'ailettes, portent deux ceintures de cuivre; les bouches à feu sont en fonte, frettées et tubées. Lorsque le projectile se déplace sous l'action des gaz, les cloisons en saillie découpent le métal de la ceinture postérieure : il se forme ainsi des tenons qui, pénétrant dans les rayures, assurent le mouvement de rotation.

A ces détails succèdent des notions intéressantes sur les procédés suivis en France pour la fabrication des bouches à feu de la marine (emploi combiné de la fonte et de l'acier, etc.), sur le système de fermeture de culasse, sur les obturateurs, enfin sur les divers modèles d'affût installés à bord des bâtiments de guerre.

Le dernier chapitre contient l'exposé des formules balistiques adoptées par la Commission de Gâvre et les tables de tir des bouches à feu actuellement en service. (Les

tables particulières des canons modèle 1871 n'ont pas encore été publiées.)

De nombreuses figures, les unes insérées dans le texte, les autres réunies dans deux planches placées à la fin du volume, facilitent la lecture de cet ouvrage qui satisfait bien à la condition que s'était imposée l'auteur, celle de réunir dans un cadre restreint les principaux renseignements nécessaires à la connaissance et à l'appréciation du matériel d'artillerie naval.

Les nouvelles bouches à feu de la marine française. (Entretien fait à la Réunion des officiers). (Paris, Tanera.)

En publiant son livre, destiné surtout aux officiers de marine, M. Gadaud a insisté plutôt sur les conditions d'emploi du matériel d'artillerie adopté que sur les propriétés des divers tracés en usage ou sur les qualités des métaux employés dans la fabrication des canons. Les lecteurs qui désireraient avoir des détails plus circonstanciés sur ce sujet particulier, liront avec fruit une conférence faite à la *Réunion des officiers* sur les nouvelles bouches à feu de la marine. Dans cet entretien, M. le capitaine Sebert a montré comment on est arrivé à donner aux canons en fonte une résistance considérable par l'emploi simultané de frettes et de tubes en acier. Les frettes enveloppent extérieurement la bouche à feu sur toute la longueur du renfort : mises en place avec un *serrage* déterminé, elles compriment les couches de métal sous-jacentes dont les molécules cèdent dès lors moins facilement à l'action destructive des gaz : cette disposition atténue à un haut degré les chances de rupture dans le sens longitudinal. Les tubes en acier se placent dans la partie postérieure de l'âme qui supporte la plus grande fatigue ; les parois intérieures sont ainsi mises à l'abri des dégradations qui se manifestent rapidement dans les canons en fonte ; en outre, par la substitution d'un métal très-tenace à un mé-

tal plus cassant, on prévient le déculassement que le *frettage* ne pourrait pas empêcher.

Pour que le *tubage* des bouches à feu donne les bons résultats qu'on doit en attendre, il est indispensable, dit le capitaine Sebert, d'apprécier avec soin l'effet produit par la différence d'élasticité des métaux mis en contact. Le bronze et l'acier se prêteraient difficilement, suivant lui, à ce genre de fabrication : il réussit, au contraire, d'une manière très-satisfaisante, avec la fonte et l'acier, les seules matières dont l'artillerie de marine fasse usage. De tous les canons ainsi construits, aucun n'a éclaté pendant les tirs d'exercice à petite ou à grande charge. Toutes les ruptures observées se sont produites dans les polygones pendant des épreuves à outrance.

On a donc pu, sans le secours du dehors, avec le seul appui de l'industrie métallurgique française, créer une artillerie *actuellement* égale en puissance aux meilleures artilleries étrangères et ayant sur elles l'avantage de coûter beaucoup moins cher tout en présentant la même résistance aux diverses causes de dégradations. Les principes qui ont présidé à l'établissement de ce nouveau matériel peuvent, dit encore le capitaine Sebert, trouver d'utiles applications dans les recherches, aujourd'hui activement poursuivies, pour le renouvellement du matériel de l'artillerie de campagne. — Un tableau graphique contient les résultats obtenus dans le tir des divers canons de 16^{c} et permet d'apprécier la justesse toujours croissante des modèles successivement mis en service.

Note de la Rédaction. — Bien que la *Revue d'Artillerie* ne puisse, en raison de son but et de ses dimensions, accueillir qu'avec une extrême réserve les correspondances qui lui sont adressées, de quelque nature qu'elles soient, on croit devoir — à titre tout à fait exceptionnel — insérer textuellement la lettre suivante de M. le général Mayevski :

Saint-Pétersbourg, 21 mars 1873.

Monsieur le Directeur,

Vous avez bien voulu insérer dans la 4me livraison du tome Ier de

votre *Revue d'Artillerie*, qu'on vient de m'apporter, une Note non signée sur mon Traité de Balistique extérieure. En vous remerciant de cette attention, je vous prie de présenter de ma part à l'auteur de la Note mes plus profonds remerciements pour la peine qu'il s'est donnée de lire mon traité, de lui communiquer en même temps une petite observation, scrupuleuse peut-être, mais pardonnable à l'amour-propre d'auteur. Il est dit dans la Note :

« Les résultats des expériences faites à Saint-Pétersbourg sur la « résistance de l'air, signalent dans la loi de la résistance des dis- « continuités singulières..... L'auteur, cherchant à représenter ces « résultats, est conduit à adopter des fonctions différentes pour re- « produire les différentes branches de la courbe des résistances.... »

La représentation graphique des points qui résultent des expériences de Saint-Pétersbourg, ainsi que de celles de Woolwich, n'implique nullement la discontinuité dans la loi de la résistance. C'est ainsi que les courbes des ρ' insérées dans le traité peuvent être, par exemple, très-bien représentées pour les projectiles sphériques et les projectiles oblongs par la formule

$$\rho' = A\frac{1+av^{\alpha}}{1+bv^{\alpha}}$$

et la résistance par

$$(1)\ldots\ldots\ldots \rho = A\pi R^2 v^2 \frac{1+av^{\alpha}}{1+bv^{\alpha}},$$

car, pour le cas de toutes petites vitesses, av^{α} et bv^{α} pouvant être négligées devant l'unité, l'expression de ρ se réduit à $\rho = A\pi R^2 v^2$, et pour le cas de très-grandes vitesses, l'unité pouvant être négligée devant av^{α} et devant bv^{α}, l'expression de ρ se réduit à $\rho = A.\frac{a}{b}.\pi R^2 v^2$.

En cherchant jadis les coefficients A, a, b, α pour représenter avec une approximation suffisante les résultats des expériences de la résistance de l'air sur les projectiles oblongs, j'ai été conduit à adopter pour α la valeur de 8 ou 10 (je ne me le rappelle pas au juste); mais je n'ai pas donné suite à cette représentation des résultats par une seule formule, vu qu'elle ne permet pas une intégration facile des équations différentielles du mouvement, et c'est la raison pour laquelle je m'exprime ainsi : « Afin que les expressions de la résistance représentent avec une approximation suffisante les résultats des expériences et que ces expressions *permettent en même temps une intégration facile*, quoique par approximation, des équations différentielles du mouvement, nous avons admis des expressions différentes pour la résistance entre différentes limites des vitesses. »

[illegible] *continue*, car en faisant croître la variable [illegible], la fonction ρ reste réelle et finie et varie [illegible] depuis $v = 0$ jusqu'à $v = \infty$, et la fonc- [illegible] représenter avec une approximation suffisante [illegible] expériences depuis les plus faibles jusqu'aux plus [illegible] il s'ensuit que les résultats de nos expériences [illegible] *nombreuses des discontinuités* dans la loi de la résistance.

[illegible] que nos expériences font voir que la loi de la ré- [illegible] de l'air est plus compliquée qu'on ne le pensait. Je n'en- [illegible] les résultats de ces expériences que comme un fait dont je [illegible] pas compte, car c'est dans l'étude du mouvement mo- [illegible] des gaz que se trouve la résolution vraie de la question, [illegible] au-dessus de mes forces. Cette question étant résolue, ce [illegible] qu'alors que la balistique sera délivrée de l'empirisme. Main- [illegible] elle est obligée de reposer sur des expressions empiriques [illegible] la résistance de l'air.

Veuillez, je vous prie, m'excuser d'une lettre par trop longue et [illegible] l'expression de mes sentiments les plus distingués (1).

N. MAYEVSKI.

---

(1) Je me permets de vous communiquer en même temps les fautes observées dans [illegible] traité après son édition :

Page	Ligne	Au lieu de :	Lisez :
4	5	perpendiculaire	tangente
106	4	$\frac{V''^2 \sin^2 \varphi^{IV}}{2gP(z, V_0^2)}$	$\frac{V''^2 \sin 2\varphi^{IV}}{2gP(z, V_0^2)}$
117	15	V^3	V^2
172	25	A T′,T	A′T′T
191	18	$\frac{V3}{q2}$	$\frac{q3}{q2}$
197	15	δv	dv
215	20	$e\frac{\alpha x}{c}$	$e\frac{\alpha x}{2c}$
230	14	$\sin^2\varphi$	$\sin 2\varphi$
240	21	la tangente O T	l'axe de figure O A

Le gérant : CH. NORBERG.

ARTILLERIE RUSSE

ORGANISATION.

DIRECTIONS ET ÉTABLISSEMENTS DE L'ARTILLERIE. = ORGANISATION DES TROUPES DE L'ARTILLERIE. — TROUPES ACTIVES. — Composition des brigades et des batteries. — Parcs de campagne. — Équipages de siége. — Parcs et dépôts de réserve. — TROUPES SÉDENTAIRES. — Artillerie de place. — ÉCOLES. — TROUPES IRRÉGULIÈRES.

DIRECTIONS ET ÉTABLISSEMENTS DE L'ARTILLERIE.

A la tête de l'artillerie russe est placé un *Grand-Maître*, dont l'autorité s'étend sur les établissements et sur les troupes, et qui a la direction suprême de cette arme (1). Il a pour adjoint un général d'artillerie qui le supplée en cas d'absence.

Sous les ordres du Grand-Maître se trouvent la *Direction générale de l'artillerie*, qui forme une des divisions du ministère de la guerre, et le *Comité consultatif*. Le comité se compose de *membres permanents*, de *membres consultatifs* et de *membres correspondants*. Les premiers, officiers généraux ou supérieurs, sont nommés par l'Empereur; les membres consultatifs et correspondants sont nommés par le Grand-Maître, et leur nombre n'est pas limité.

Dans chacune des quatorze circonscriptions militaires (2) dont se compose l'empire russe, se trouve une *Direction d'artillerie*, placée sous les ordres d'un général commandant l'artillerie.

Les établissements producteurs relèvent directement de la direction générale; les autres établissements de l'ar-

(1) Le Grand-Maître actuel de l'artillerie est le grand-duc Michel, gouverneur général du Caucase.

(2) La province occupée par les troupes du Don forme un commandement spécial.

tillerie, magasins, arsenaux de dépôt, dépendent des directions locales.

Les établissements producteurs sont :

1° Les trois *poudreries* d'Ochta, de Michel-Schosta et de Kasan;

2° La *cartoucherie* de Saint-Pétersbourg;

3° La *capsulerie* de Schosta;

4° Les trois *manufactures d'armes* de Toula, d'Ijewsk et de Sestroretzk;

5° Les quatre *ateliers permanents* de réparation des armes portatives de Saint-Pétersbourg, de Kiew, de Moscou, de Tiflis, et l'*atelier provisoire* de Varsovie;

6° Les *arsenaux locaux* de Saint-Pétersbourg, de Briansk et de Kiew; dans les deux premiers, on fabrique des bouches à feu, des affûts et des voitures, dans le dernier des affûts et des voitures seulement. En outre, on y entretient le matériel nécessaire à la formation en temps de guerre de quatre ateliers mobiles;

7° L'*atelier de précision* de Saint-Pétersbourg, où l'on finit les bouches à feu ébauchées dans les autres établissements;

8° Les *ateliers d'artillerie* pour la réparation du matériel (un dans chaque circonscription militaire de la Russie d'Europe);

9° Les *ateliers de pyrotechnie* pour la confection et la manipulation des munitions (un dans chaque circonscription de la Russie d'Europe). Celui de Saint-Pétersbourg est désigné sous le nom d'*atelier central*;

10° L'*atelier de fabrication des fusées de guerre*, à Nikolaïew;

11° L'*atelier de Moscou*, où l'on fabrique les culots de cartouche pour fusil transformé au système Karl.

Indépendamment des ressources qu'elle trouve dans ses établissements, la Russie fait à l'industrie privée des commandes de canons, de projectiles, de fusées et d'affûts.

Dans chacune des circonscriptions militaires de la Russie d'Europe, il existe un *dépôt de matériel* (deux dans la circonscription de Varsovie); on y tient en réserve le matériel nécessaire pour le temps de guerre.

ORGANISATION DES TROUPES DE L'ARTILLERIE.

L'armée russe comprend des troupes régulières et des troupes irrégulières, ayant des artilleries distinctes. Les troupes régulières se divisent en *troupes actives* et en *troupes sédentaires*.

TROUPES ACTIVES.

Elles sont organisées en divisions permanentes d'infanterie ou de cavalerie, ayant chacune un certain nombre de batteries, dont la réunion constitue une *brigade d'artillerie de campagne*. Ces brigades portent les numéros des divisions auxquelles elles sont attachées.

L'organisation actuelle comporte :

2 brig. d'artill. montée de la garde ;
1 id. id. (mixte) de la garde et des grenadiers ;
3 id. id. des grenadiers ;
1 id. id. des grenadiers du Caucase ;
40 id. id. de la ligne ;
2 id. id. du Turkestan ;
1 id. id. de la Sibérie orientale ;
1 batterie id. (de 4) de la Sibérie occidentale ;
1 brigade d'artillerie à cheval de la garde ;
7 id. id. de la ligne.

D'après le projet de réorganisation, le nombre des divisions d'infanterie et de cavalerie doit être augmenté, et l'artillerie subira une augmentation analogue. Elle comprendra :

57 brigades d'artillerie montée et 18 brigades d'artillerie à cheval. De plus on formera :
96 batteries montées de réserve,
24 id. de dépôt.

Les premières seront attachées à la réserve de l'armée ; les secondes constitueront des batteries de marche.

Organisation des brigades. — Les brigades d'artillerie montée ne comptaient jusqu'ici que 4 batteries : 1 de 9, 2 de 4, et 1 de mitrailleuses. Cette composition vient d'être

modifiée [1], et dorénavant les brigades seront formées de 6 batteries, savoir : 3 de 9, 2 de 4 et 1 de mitrailleuses. Le changement ne se fera que peu à peu, en commençant par les brigades des circonscriptions voisines de la frontière occidentale (Saint-Pétersbourg, Finlande, Vilna, Varsovie, Kiew et Odessa, en tout 29 brigades).

Les brigades des circonscriptions de Kasan et du Caucase, au nombre de 8, seront provisoirement composées de 5 batteries (2 de 9, 2 de 4, 1 de mitrailleuses); ce sont les brigades n°s 2, 38, 39 et 40, la brigade des grenadiers du Caucase, et les brigades 19, 20 et 21. Chacune des quatre dernières organise en temps de guerre des batteries de montagne. Les brigades des provinces asiatiques conservent encore leur composition actuelle. Les brigades à cheval ne seront pas modifiées; elles comptent 2 batteries à cheval de 4; la brigade de la garde a seule 4 batteries.

Chaque brigade est commandée par un officier général ou par un officier supérieur du grade de colonel, assisté d'un adjoint et d'un officier chargé des fonctions de trésorier et de quartier-maître [2]. Des médecins, des vétérinaires, un instructeur d'équitation font partie de l'état-major de la brigade. Le grade de chef d'escadron n'existe pas dans l'artillerie russe. Les commandants de batterie ont rang de colonel ou de lieutenant-colonel [3]. Les officiers d'artillerie prennent rang avec les autres officiers de l'armée du grade immédiatement supérieur à celui dont ils exercent les fonctions; ceux de la *vieille garde* [4] sont assimilés aux officiers de l'armée qui leur sont supérieurs de deux grades.

Composition de la batterie. — La batterie forte de 8 pièces se partage en deux divisions de deux sections chacune.

Sur le *pied de paix*, le personnel de la batterie comprend 4 sections, mais à effectif réduit; le matériel se compose

(1) Décret du 30 décembre 1872 (11 *janvier* 1873).
(2) Le quartier-maître est chargé du casernement, des approvisionnements, etc.
(3) Tous les commandants de batterie de la garde et un tiers de ceux de la ligne sont colonels, les autres sont lieutenants-colonels.
(4) Cette dénomination s'applique à une partie des troupes de la garde.

de 4 pièces et de 2 caissons pour les batteries montées, de 8 pièces et de 2 caissons pour les batteries à cheval.

Sur le *pied de paix renforcé*, les 4 sections ont leurs effectifs au complet; le matériel comprend 8 pièces et 8 caissons.

Sur le *pied de guerre*, la batterie a toutes les voitures qu'elle doit emmener en campagne; le personnel est renforcé d'une 5e section qui constitue la réserve.

Toutes les pièces sont attelées à 6 chevaux; les mitrailleuses à 4 chevaux seulement.

Composition de la batterie.

1° *Personnel.*

DÉSIGNATION DES GRADES.	BATTERIES DE 9		BATTERIES DE 4 montée.		BATTERIES DE 4 à cheval.		BATTERIES DE mitrailleuses.	
	Pied de guerre.	Pied de paix.	Pied de guerre.	Pied de paix.	Pied de guerre.	Pied de paix.	Pied de guerre.	Pied de paix.
Colonel ou lieutenant-colonel commandant la batterie	1	1	1	1	1	1	1	1
Capitaine	1	1	1	1	1	1	1	1
Capitaines en 2e	1	1	1	1	2	2	1	1
Lieutenant	1	1	1	1	1	1	1	1
Sous-lieutenants	2	2	1	1	1	1	1	1
Enseigne	»	»	1	1	1	1	1	1
Total des officiers	6	6	6	6	7	7	6	6
COMBATTANTS. Maréchal des logis chef	1	1	1	1	1	1	1	1
Volontaires	2	2	2	2	2	2	2	2
Maréchaux des logis 1re classe.	8	4	8	4	8	4	8	4
Maréchaux des logis 2e classe.	16	10	16	10	16	10	16	10
Trompettes	4	4	4	4	4	4	4	4
Bombardiers-artificiers	8	8	8	8	8	8	8	8
Bombardiers	50	30	40	20	50	40	30	20
Canonniers	190	130	140	100	200	160	110	80
Total des combattants	279	189	219	149	289	229	179	129
NON COMBATTANTS. Secrétaires	2	2	2	2	2	2	2	2
Feldschers (Aides-médecins)	1	1	1	1	2	2	1	1
Vétérinaires	1	1	1	1	1	1	1	1
Infirmiers	2	2	2	2	2	2	2	2
Ouvriers	12	12	12	12	16	16	12	12
Sous-officiers du train	2	1	2	1	2	1	2	1
Soldats du train	11	3	10	3	10	3	10	3
Ordonnances	7	7	7	7	8	8	7	7
Total des non combattants	38	29	37	29	43	35	37	29
Total général	317	218	256	178	332	264	216	158

2° *Chevaux.*

DÉSIGNATION DES CHEVAUX.	BATTERIES DE 9		BATTERIES DE 4 montées		BATTERIES DE 4 à cheval		BATTERIES DE mitrailleuses	
	Pied de guerre.	Pied de paix.	Pied de guerre.	Pied de paix.	Pied de guerre.	Pied de paix.	Pied de guerre.	Pied de paix.
CHEVAUX de selle	9	9	9	9	143	135	9	9
CHEVAUX de trait	180	33	142	25	146	60	98	25
CHEVAUX de réserve	17	6	17	6	17	6	17	6
Total	206	48	168	40	306	201	124	40

NOTA. — Les officiers sont montés à leurs frais.

3° *Matériel.*

DÉSIGNATION DES VOITURES.	BATTERIES DE 9		BATTERIES DE 4		BATTERIES DE mitrailleuses.		BATTERIES DE 3 (montagne).	
	Pied de guerre.	Pied de paix.	Pied de guerre	Pied de paix.	Pied de guerre.	Pied de paix.	Pied de guerre.	Pied de paix.
Canons	8	4	8	4	8	4	8	4
Caissons	24	2	16	2	8	2	»	»
Caisses à munitions	»	»	»	»	»	»	112	28
Affûts de rechange	2	»	»	»	»	»	»	»
Forges	1	»	1	»	1	»	»	»
Chariots de batterie	1	»	1	»	1	»	»	»
Voitures d'approvision^t, etc.	4	2	3	2	3	2	»	»
Total des voitures	40	8	29	8	21	8	»	»

4° *Approvisionnement de la batterie.*

NATURE DES MUNITIONS.	BATTERIES de 4.	BATTERIES de 9.
Obus ordinaires	400	400
Obus incendiaires	80	96
Obus à balles	160	120
Charokhs à balles	320	264
Cartouches à mitraille	80	80
Nombre total de coups	1040	960
Nombre de coups par pièce	130	120

Transport des munitions. — L'armée russe ne possède pas de corps spécial chargé du transport des approvisionnements. Des voitures sont affectées à chaque régiment ou bataillon, les unes destinées aux vivres, les autres aux munitions. Les hommes chargés de la conduite de ces voitures font partie du régiment ou du bataillon, et portent le nom de *soldats du train*. Dans les régiments d'infanterie et les bataillons de chasseurs, il y a une voiture à munitions par compagnie, portant 72 cartouches par homme. Les régiments de dragons ont deux voitures qui transportent 48 cartouches par fusil et 10 par pistolet. Dans les autres régiments de cavalerie, un petit nombre d'hommes seulement est armé de carabines (16 éclaireurs par escadron), et il n'y a qu'une seule voiture portant 30 cartouches par carabine et 20 par pistolet. Ces voitures servent au réapprovisionnement sur le champ de bataille.

Les voitures régimentaires sont réapprovisionnées au moyen des ressources tirées des *parcs d'artillerie de campagne*, qui se divisent en *parcs d'artillerie* proprement dits, destinés aux divisions d'infanterie, et en *parcs d'artillerie à cheval* destinés aux divisions de cavalerie. En temps de paix, ils sont réunis et forment des *brigades de parcs*; dans les armées, ils sont répartis suivant les besoins.

Les dispositions actuelles du temps de paix seront sans doute modifiées par suite de l'augmentation de l'armée; mais les changements porteront sur les chiffres plutôt que sur le principe même de l'organisation.

Il existe actuellement 8 brigades, comprenant chacune 3 parcs d'artillerie et 1 parc d'artillerie à cheval, excepté les brigades 6 et 8 qui n'ont pas de parc d'artillerie à cheval.

Les parcs d'artillerie sont numérotés entre eux de 1 à 24, et les parcs d'artillerie à cheval de 1 à 6.

On compte en outre :

1° Une brigade de parc du Caucase comprenant :

4 parcs d'artillerie,
1 id. à cheval,
½ id. id.;

2° Un parc *volant* de la circonscription de Finlande;

3° Un ½ parc *mobile* de la Sibérie orientale.

En temps de guerre, les parcs d'artillerie du Caucase sont dédoublés et forment 8 parcs volants numérotés de 1 à 8.

Chaque parc se divise en 2 sections : la première, ou *parc mobile*, comprend des voitures à 4 roues; la deuxième, ou *parc volant*, ne renferme au contraire que des voitures à 2 roues; ce sont ces dernières qui servent au réapprovisionnement des voitures régimentaires.

Les divisions de cavalerie, les troupes de Finlande et celles du Caucase n'ont que des parcs volants.

La répartition de l'approvisionnement est faite de telle manière que si un régiment, un bataillon ou une batterie vient à être détaché, il peut emmener les voitures à munitions qui lui sont nécessaires.

Équipages de siége. — La Russie achève en ce moment l'organisation de ses équipages de siége. Elle possède 2 parcs de siége complets, et ½ parc spécialement affecté au Caucase.

La composition d'un parc est la suivante :

	200	canons rayés de 24,
	80	id. de 9,
	20	mortiers rayés de 8 pouces,
	20	id. de 6 pouces,
	40	mortiers lisses de 2 pouds,
	40	id. de ½ poud.
Total :	400	bouches à feu.

Chaque parc se divise en 3 parties :

1° Parc de 1re installation à 2 sections;

2° Parc principal à 8 sections;

3° Parc de réserve à 2 sections.

Le $^1/_2$ parc du Caucase comprend 100 bouches à feu, (canons de 4, de 9, et mortiers de $^1/_2$ poud).

Parcs et dépôts de réserve en arrière des armées. — Dans une guerre sur les frontières de la Russie, les magasins et les ateliers des circonscriptions serviraient au ravitaillement des parcs divisionnaires et aux réparations du matériel. Mais si le théâtre de la guerre était plus éloigné, ou si les ressources des circonscriptions devenaient insuffisantes, le commandant en chef ferait constituer en arrière de l'armée des *réserves*, un *atelier mobile de réparation*, et un *atelier de pyrotechnie*, dont l'organisation a été réglée par un décret du 15/27 juillet 1872.

Les *réserves* prennent le nom de *dépôts de* 1re *ligne* ou de *dépôts intermédiaires*, suivant qu'elles se trouvent sur la base d'opérations ou qu'il a fallu les porter en avant.

Elles comprennent :

1° Un parc de réserve ;

2° Des dépôts d'approvisonnements pour bouches à feu ;

3° Des dépôts provisoires pour armes à feu portatives.

Le *parc de réserve* est chargé d'assurer constamment à l'artillerie de l'armée les ressources en hommes, en chevaux et en matériel. Ce parc comprend 3 sections :

1° Les réserves en hommes et en chevaux ;

2° La réserve en matériel d'artillerie ;

3° La réserve en armes portatives.

Les *dépôts d'approvisionnement pour bouches à feu* sont chargés de réapprovisionner les parcs divisionnaires ; le nombre et l'importance en sont fixés par le commandant en chef, sur la proposition du commandant de l'artillerie de l'armée.

Dans les *dépôts provisoires pour armes à feu portatives*, on répare les armes qui n'ont pu être envoyées immédiatement au parc de réserve.

Les ressources en matériel et en munitions sont tirées

d'abord des magasins des circonscriptions placées sous les ordres du commandant en chef, et lorsqu'ils sont épuisés, des magasins des circonscriptions voisines.

Les approvisionnements en munitions des dépôts intermédiaires sont tirés des dépôts de 1re ligne, ou, s'il est possible, confectionnés sur place à l'aide des ressources locales.

Atelier mobile de réparation. — Il est chargé des réparations que les corps ne peuvent exécuter. Il comprend deux sections, l'une pour le matériel d'artillerie, l'autre pour les armes portatives. Attaché ordinairement au parc de réserve, il peut être fractionné si les circonstances l'exigent.

Atelier de pyrotechnie. — Il est chargé de la confection des munitions de campagne et de siége. On l'utilise dans les dépôts d'approvisionnement ; il peut aussi être détaché en totalité ou en partie.

TROUPES SÉDENTAIRES.

Les troupes sédentaires de l'artillerie comprennent actuellement :

Des batteries dites de réserve ;

Des batteries d'instruction ;

Des compagnies d'artillerie de place.

Les *batteries de réserve* sont chargées de l'instruction des recrues.

Leurs cadres sont constitués d'une façon permanente. Dans la nouvelle organisation, ces batteries disparaîtront, et on instruira les recrues dans les corps. Les hommes classés dans la réserve seront rappelés et formeront des batteries attachées à l'armée de réserve.

Les *batteries d'instruction*, au nombre de deux, une batterie montée et une batterie à cheval, sont destinées à former les cadres de l'artillerie de campagne. Elles ont un cadre permanent, et reçoivent des officiers, des sous-officiers et des soldats. La durée du séjour y est de deux ans.

Artillerie de place. — La défense des places fortes est confiée en Russie à des corps de troupes spéciaux composés d'infanterie et d'artillerie. Chaque place, suivant son importance, reçoit des régiments ou des bataillons d'infanterie et un nombre variable de compagnies d'artillerie.

En temps de guerre, ces compagnies sont chargées du service des bouches à feu ; on leur adjoint, en cas de besoin, des auxiliaires empruntés aux troupes d'infanterie.

En temps de paix, elles sont employées aux différents services des magasins d'artillerie (entretien du matériel, confection de munitions, etc.). Elles sont placées sous les ordres des commandants d'artillerie des directions.

Le nombre des compagnies de place est de 59 en temps de paix, mais il est porté à 91 en temps de guerre.

Leur effectif est variable ; le tableau suivant indique leur composition dans les différents cas.

Composition des compagnies d'artillerie de place.

DÉSIGNATION DES GRADES.	COMPAGNIES à 400 hommes. Places des côtes.	COMPAGNIES à 400 hommes. Places de l'intérieur.	à 300 hommes.	à 250 hommes.	à 200 hommes.	à 150 hommes.
Lieut.-colonel command. la comp.	1	1	1	1	1	1
Capitaine	1	1	1	1	1	1
Capitaine en 2e	1	1	1	1	1	1
Lieutenant	1	1	1	1	1	1
Sous-lieutenant ou enseigne	2	1	1	1	1	1
Total des officiers	6	5	5	5	5	5
Maréchal des logis chef	1	1	1	1	1	1
Maréchaux des logis 1re classe	14	13	9	8	6	4
Maréchaux des logis 2e classe	30	26	20	16	13	10
Tambours	2	2	2	2	2	1
Bombardiers-artificiers	20	20	15	12	10	8
Bombardiers	80	80	55	48	40	32
Canonniers	300	300	230	190	150	110
Total	447	442	332	277	222	166
Non combattants.						
Secrétaires	1	1	1	1	1	1
Feldschers (aides-médecins)	1	1	1	1	1	1
Ordonnances	7	6	6	6	6	6

Le tableau suivant fait connaître la répartition des compagnies d'artillerie de place sur le territoire de l'empire russe.

Répartition des compagnies d'artillerie de place.

DÉSIGNATION DES PLACES.	NOMBRE de compagnies		EFFECTIF de chaque compagnie	
	en paix.	en guerre.	en paix.	en guerre.
Saint-Pétersbourg	2	2	250	400
Cronstadt	8	13	250	400
Sveaborg	3	6	250	400
Wyborg	2	4	200	400
Dunamunde	1	3	250	400
Dunabourg	3	5	250	400
Bobruisk	1	2	300	400
Varsovie	3	3	250	400
Novogeorgiewsk	6	8	250	400
Ivangorod	2	3	250	400
Brest-Litowski	3	5	250	400
Kiew	2	6	250	400
Bender	1	2	250	400
Nikolaïew	4	5	250	400
Kertch	4	8	250	400
Alexandropol	2	4	200	300
Tiflis	2	2	250	250
Dans la province du Térek	2	2	200	200
Dans la province du Dagestan	1	1	300	300
Dans la province du Kouban	1	1	200	200
Akhaltzykh	1	1	200	300
Nikolaïew (sur l'Amour)	1	1	250	250
Tachkend	1	1	200	200
Wiernoïé	1	1	150	150
Tchinaz	1	1	200	200
Perowski	1	1	150	150
Total	59	91		

RECRUTEMENT DES OFFICIERS. — ÉCOLES.

Tous les officiers de l'artillerie de campagne doivent avoir suivi les cours de l'*École d'artillerie Michel* établie à Saint-Pétersbourg. La durée des cours est de 3 ans, et le nombre total des élèves de 160. A leur sortie, ils passent un examen et sont classés, d'après les notes obtenues, en trois catégories. Ceux de la 1re catégorie sont promus sous-lieutenants, et ceux de la 2e, enseignes dans l'artille- [illegible] campagne; ceux de la 3e sont envoyés comme

Junkers dans l'infanterie ou la cavalerie, et peuvent y être nommés enseignes au bout de 6 mois.

Une autre école, l'*Académie d'artillerie Michel*, également à Saint-Pétersbourg, est destinée à compléter l'instruction théorique des officiers. La durée des cours est de 2 ans, et le nombre des élèves de 60. Un an après leur sortie de l'académie, les officiers peuvent être appelés dans l'artillerie de la garde.

L'artillerie de place reçoit comme officiers les sous-officiers promus qui proviennent de l'artillerie de campagne ou des compagnies d'artillerie de place, ou qui sortent de l'*École de pyrotechnie* de Saint-Pétersbourg.

TROUPES IRRÉGULIÈRES.

Ces troupes sont recrutées dans les provinces des confins asiatiques et dans celles du Don. Elles concourent avec les bataillons frontière au maintien de l'ordre et à la défense de cette partie du pays; elles comprennent de l'infanterie, une cavalerie très-nombreuse et de l'artillerie.

Le tableau suivant fait connaître la répartition de cette artillerie.

Artillerie des troupes irrégulières.

DÉSIGNATION DES TROUPES.	NOMBRE des batteries.	NOMBRE de bouches à feu		PERSONNEL.	
		par batterie.	total.	officiers.	troupe.
Troupes du Don	1 batterie à cheval de la garde	12	12	10	408
	13 batteries à cheval	8	104	91	3250
Troupes du Kouban	5 id.	8	40	30	655
Troupes du Térek	2 id.	8	16	12	478
Troupes d'Orenbourg	3 id.	8	24	21	714
Troupes du Transbaïkal	2 id.	8	16	12	264
Division d'instruction de l'artillerie à cheval cosaque	1/2	»	4	8	140
Totaux	26 1/2	»	216	184	5909

Dans une guerre européenne, la Russie mobiliserait

une partie seulement de ses troupes irrégulières, celles qui seraient le moins éloignées du théâtre de la lutte, en particulier celles du Don, l'organisation de ces dernières troupes se rapprochant davantage de celle du reste de l'armée. Les distances considérables à parcourir, les difficultés des communications et des transports ne permettraient sans doute pas aux autres corps d'arriver en temps utile.

Les officiers appartiennent à la même nationalité que leurs soldats, ils sont instruits dans des écoles spéciales, dites écoles d'*Ouriadniks* (sous-officiers), et dans la division d'instruction de l'artillerie à cheval cosaque.

V. MANCERON, *capitaine d'artillerie.*

[D'après les documents traduits du russe par M. ROSSIGNOL, capitaine de chasseurs à pied],

(2e bureau de l'état-major général du Ministre de la guerre.)

DE LA DÉRIVATION.

L'une des plus graves imperfections des armes rayées est la dérivation. Pour la corriger, on complique les procédés de pointage ; en outre, la correction est imparfaite quand on ne connaît pas exactement la distance du but. Les conditions auxquelles il faudrait satisfaire pour la supprimer sont indiquées par la théorie du mouvement de rotation, l'expérience seule peut faire reconnaître si ces conditions sont réalisables dans la pratique.

Je vais essayer d'exposer les idées théoriques sur lesquelles est fondé le moyen que j'ai depuis longtemps proposé dans ce but. J'aurai à faire usage des principes mathématiques de la rotation, mais j'éviterai l'emploi de formules compliquées, et je m'efforcerai de ramener la discussion du problème à une seule équation très-simple et facile à comprendre.

On peut toujours représenter le mouvement de rotation d'un corps autour d'un point o (Pl. III, fig. 1, 2, et 3) en faisant tourner ce corps autour d'un axe $o\alpha$ fixe dans son intérieur, tandis que cet axe $o\alpha$ tourne autour d'un second axe $o\beta$ auquel il reste perpendiculaire, et que l'axe $o\beta$ tourne autour d'un troisième axe oz fixe dans l'espace, auquel il reste constamment perpendiculaire.

L'axe $o\alpha$ fixe dans le corps et l'axe oz fixe dans l'espace peuvent être pris arbitrairement, l'axe $o\beta$ est perpendiculaire aux deux premiers.

Quand il s'agit d'un solide de révolution, et c'est le seul cas dont on s'occupera ici, il est plus simple de prendre l'axe de figure pour l'axe fixe dans le solide.

Afin de préciser le sens de la rotation, on conviendra qu'en se plaçant suivant chacun des axes les pieds à l'origine, le mouvement a lieu de droite à gauche.

En menant par l'axe oz un plan fixe dans l'espace, appelant φ l'angle compris entre ce plan fixe et le plan mobile $zo\alpha$, représentant par γ la vitesse angulaire avec laquelle l'axe mobile $o\beta$ tourne autour de l'axe fixe oz, on a :

$$\gamma = \frac{d\psi}{dt}$$

En appelant θ l'angle compris entre l'axe fixe oz et l'axe mobile $o\alpha$, représentant par β la vitesse angulaire avec laquelle l'axe $o\alpha$ tourne autour de l'axe $o\beta$, on a :

$$\beta = \frac{d\theta}{dt}$$

Enfin, en menant par l'axe $o\alpha$ un plan fixe dans le mobile, appelant φ l'angle compris entre ce plan et le plan $zo\alpha$, représentant par α la vitesse angulaire relative avec laquelle le corps tourne autour de l'axe $o\alpha$, on a :

$$\alpha = \frac{d\varphi}{dt}$$

Il faut faire bien attention que la vitesse angulaire α est une vitesse relative, puisqu'elle est comptée à partir d'un plan mobile $z\,o\alpha$.

La position du corps est complétement déterminée quand on connaît les trois angles φ, θ et ψ.

Tout le problème de la rotation autour d'un point se réduit à déterminer à chaque instant les trois vitesses angulaires α, β et γ, et par suite les trois angles φ, θ et ψ.

Les trois composantes α, β, γ étant connues, si l'on prend sur les axes correspondants des longueurs proportionnelles, et qu'on construise un parallélipipède sur ces trois axes, la diagonale représente l'axe instantané ω.

L'axe β étant toujours perpendiculaire au plan $z\,o\,\alpha$, la projection de l'axe instantané ω sur ce plan est la diagonale $o\,i$ du parallélogramme construit sur les deux axes α et γ.

Au lieu de décomposer l'axe instantané ω suivant les trois axes $o\alpha$, $o\beta$ et $o\gamma$ décomposons-le, suivant les trois axes rectangulaires or, $o\beta$, $o\iota$. La composante β reste la

même, les deux composantes r et ε s'obtiennent en projetant la diagonale oi sur les deux axes rectangulaires or et $o\varepsilon$.

La composante r est la vitesse angulaire absolue avec laquelle le corps tourne autour de son axe de figure. En effet, cette vitesse étant prise par rapport au plan $or\varepsilon$ qui tourne autour de l'axe $o\varepsilon$ perpendiculaire à or, a exactement la même valeur que si elle était prise par rapport à un plan fixe.

L'axe de figure or est un axe principal, les deux axes rectangulaires $o\varepsilon$ et $o\beta$, bien que situés dans le plan de l'équateur, ne sont pas des axes principaux, parce que les axes principaux sont fixes par rapport au corps et que les axes $o\varepsilon$ et $o\beta$ se déplacent continuellement; mais à chaque instant ils coïncident en direction avec deux axes principaux.

En représentant par G l'axe du moment principal des quantités de mouvement, par N, η et B, les projections de l'axe G sur les axes or, $o\varepsilon$ et $o\beta$, par C le moment d'inertie par rapport à l'axe de figure or, par A le moment d'inertie par rapport à un axe équatorial, on a :

$$N = C.r \qquad \eta = A.\varepsilon. \qquad B = A.\beta \qquad N^2 + \eta^2 + B^2 = G^2$$

Lorsque pour une valeur connue de l'angle θ, on connaît les valeurs correspondantes des deux composantes α et γ, on en déduit la projection oi de l'axe instantané ω sur le plan $zo\alpha$. En projetant oi sur les deux axes rectangulaires or et $o\varepsilon$, on a les deux composantes r et ε. D'où l'on tire les valeurs

$$N = C.r \text{ et } \eta = A\varepsilon$$

La diagonale og du rectangle construit sur N et η est la projection de l'axe du moment principal G sur le plan zor. Enfin, projetant la diagonale og sur l'axe fixe oz et sur l'axe mobile OD perpendiculaire au plan zoB, on a les projections S et D du moment principal G sur ces axes.

Réciproquement, quand pour une valeur connue de l'angle θ on connaît S et N, en élevant des perpendicu-

laires aux extrémités de ces axes, on construit og. En projetant og sur l'axe $o\varepsilon$, on a la valeur de η. Connaissant N et η, on en tire r et ε au moyen desquelles on construit oi et par suite α et γ.

Supposons d'abord que le corps ne soit soumis à l'action d'aucune force extérieure et ne continue à se mouvoir qu'en vertu de la vitesse acquise.

Dans ce cas, d'après un théorème fondamental de mécanique, l'axe G du moment principal des quantités de mouvement reste fixe et invariable dans l'espace. Par conséquent, la projection S de G sur l'axe fixe oz reste constante.

En outre, quand le mobile est un solide de révolution, l'angle compris entre l'axe G et l'axe de figure reste invariable, donc la projection N de G sur l'axe de figure est constante.

Les deux constantes S et N sont données par l'état initial du système. Pour chaque valeur de l'angle θ, on peut construire les valeurs correspondantes de α et γ. Il ne reste à déterminer que la valeur de β.

Le plan BOD perpendiculaire à l'axe oz est un plan fixe; par conséquent, la projection K de G sur ce plan est fixe et invariable. La constante K est donnée par l'état initial, et l'on a :

$$B^2 + D^2 = K^2 \text{ d'où } A.\beta = \sqrt{K^2 - D^2}$$

La projection K restant fixe et invariable, les deux projections B et D ne varient qu'en vertu du déplacement des axes résultant de la rotation du système autour de l'axe oz avec la vitesse angulaire γ. Cette variation est exactement la même que si, les axes restant fixes, la droite OK tournait autour du point O avec une vitesse angulaire justement égale et contraire à γ; on a donc :

$$\frac{dD}{dt} = \gamma.B \text{ et } \frac{dB}{dt} = -\gamma.\,D \text{ ou } A\frac{d\beta}{dt} = -\gamma.D$$

Maintenant supposons le corps soumis à l'action de ces extérieures donnant naissance à un couple dont l'axe

coïncide avec l'axe $o\beta$ et dont le moment soit représenté par le produit $F.l$.

L'axe de ce couple étant perpendiculaire aux axes oz et or ne modifie en rien les projections S et N qui restent constantes. Par la même raison, la projection D ne varie qu'en vertu du mouvement de rotation; on a donc :

$$\frac{dD}{dt} = \gamma . B$$

Mais la projection B varie en vertu du couple $F.l$ et de la rotation; on a donc :

$$\frac{dB}{dt} = F.l - \gamma.D \quad \text{ou} \quad A.\frac{d\beta}{dt} = F.l - \gamma.D$$

C'est cette dernière équation fort simple qui suffit pour faire comprendre la discussion du problème. En effet, la valeur de $\frac{d\beta}{dt}$ est positive ou négative; c'est-à-dire la vitesse angulaire β est croissante ou décroissante, suivant que le second terme $\gamma.D$ est moindre ou plus grand que le premier. Or, à l'inspection seule de la figure, il est facile de voir que les deux facteurs γ et D croissent ou décroissent très-rapidement, en même temps que l'angle θ; de sorte que si le terme $F.l$ varie moins rapidement que le produit $\gamma.D$, la vitesse angulaire β finit toujours par changer de signe. Il en résulte que l'axe de figure ne fait qu'osciller en s'éloignant et se rapprochant alternativement de l'axe oz, tandis que le plan zor tourne autour de de cet axe avec une vitesse angulaire variable.

Les limites entre lesquelles varie l'angle θ sont d'autant plus resserrées que la vitesse angulaire r autour de l'axe de figure est plus grande.

Du reste; on comprendra mieux la discussion de cette équation en en faisant l'application au gyroscope, parce qu'au moyen de cet instrument les résultats du calcul peuvent être vérifiés par expérience.

Le gyroscope (Pl. III, fig. 1) est un solide de révolution

qui, au moyen d'une suspension de Cardan, peut tourner dans tous les sens autour de son centre de gravité.

Supposons d'abord qu'étant animé d'une très-grande vitesse angulaire r autour de son axe de figure, il ne soit soumis à l'action d'aucune force extérieure, il continuera à tourner autour de l'axe de figure, qui est un axe principal, comme autour d'un axe fixe.

Mais si, en poussant l'anneau vertical, on imprime au plan zor une vitesse angulaire γ, la projection de l'axe du moment principal sur l'axe $o\beta$ varie en vertu du déplacement de cet axe, et on a l'équation

$$A\frac{d\beta}{dt} = -\gamma . D$$

Si les deux facteurs D et γ sont de même signe, la valeur de $\frac{d\beta}{dt}$ est négative, par conséquent la vitesse angulaire β va en croissant négativement, l'angle θ diminue et l'axe or finit par se confondre avec l'axe fixe oz.

Si on pousse l'anneau en sens contraire, de façon que les deux facteurs D et γ soient de signes contraires, la valeur de $\frac{d\beta}{dt}$ est positive, la vitesse angulaire β croît positivement et l'angle θ augmente jusqu'à 180°; de sorte que dans les deux cas l'axe de figure vient coïncider avec l'axe fixe, de manière que le mobile et le plan zor tournent dans le même sens; par conséquent, les deux vitesses angulaires s'ajoutent.

C'est ce que l'on a désigné par le nom de tendance des axes au parallélisme.

La belle expérience de Foucault, pour prouver la rotation de la terre, est basée sur ce principe.

Le gyroscope étant placé de manière que l'axe $o\beta$ soit perpendiculaire au plan méridien, on imprime une très-grande vitesse angulaire r autour de l'axe de figure; si la terre est immobile, l'axe de figure doit rester fixe, mais si la terre tourne, l'axe $o\beta$ tourne autour d'une droite oz

parallèle à l'axe de rotation de la terre. Cette vitesse est de un tour en un jour sidéral, c'est-à-dire en $23^h56^m4^s,1$, ce qui donne $\gamma = 0,000073$.

Lorsque l'instrument est construit avec précision et que l'expérience est faite avec soin, cette faible vitesse suffit pour amener en peu de temps l'axe de figure en coïncidence avec la parallèle à l'axe de rotation de la terre.

Maintenant en un point pris sur l'axe de figure à une distance l de l'origine, appliquons un poids P ; il en résulte un couple qui tend à faire tourner le corps autour de l'axe horizontal $o\beta$ et dont le moment a pour mesure le produit $P.\,l.\,\sin\theta$. En représentant par A le moment d'inertie du corps par rapport à l'axe $o\beta$, et supposant qu'il n'ait été imprimé aucune vitesse angulaire autour de l'axe de figure, on a l'équation

$$A.\frac{d\beta}{dt} = P.\,l.\,\sin.\,\theta.$$

C'est l'équation du pendule composé, et dans ce cas le mouvement est exactement celui du pendule.

Mais supposons qu'avant l'application du poids P le corps soit animé d'une vitesse angulaire r autour de son axe de figure. Cette vitesse r se composant avec la vitesse β donne naissance à un axe instantané ω dirigé en avant du plan zor; la rotation ayant lieu autour de cet axe instantané, l'axe de figure s'abaisse, le plan zor tourne autour de la verticale oz avec une vitesse angulaire γ. On à l'équation

$$A.\frac{d\beta}{dt} = P.\,l.\,\sin.\,\theta - \gamma.\,D$$

A l'origine, le facteur γ est nul, par conséquent la vitesse angulaire β commence par croître positivement, l'angle θ va en augmentant ; mais alors le produit $\gamma.D$ augmente d'autant plus rapidement que la composante r est plus grande, la vitesse angulaire β devient négative, l'axe de figure se relève jusqu'à ce qu'il soit revenu à sa hauteur

initiale, puis il redescend de nouveau et ainsi de suite, tandis que le plan zor tourne autour de l'axe fixe oz.

Pour se représenter le mouvement, on peut construire les deux surfaces coniques que l'axe instantané engendre dans l'espace et dans le mobile (fig. 5 et 6); la première a pour directrice une courbe $a\ b\ c\ d$ ....., présentant des points de rebroussement à des intervalles égaux. Quant à la surface conique mobile, elle a pour directrice une sorte de spirale (fig. 6) allant en s'éloignant de l'axe de figure jusqu'à une certaine limite, puis s'en rapprochant en tournant toujours dans le même sens. Les spires sont excessivement serrées, de sorte que la surface peut présenter dix ou douze mille révolutions pour un angle d'écart de quelques minutes.

Si à l'origine on donne à la vitesse angulaire γ une valeur initiale γ' telle que l'on ait $P.\ l.\ \sin\theta = \gamma'\ D$, la valeur de β reste nulle pendant tout le mouvement et l'angle θ reste constant. Dans ce cas, les surfaces coniques seront des cônes droits à bases circulaires (fig. 7).

Pour fixer les idées, supposons que la vitesse de rotation du gyroscope autour de son axe de figure soit de 400 tours par seconde, que pour satisfaire à l'équation $P.\ l.\ \sin\theta = \gamma'\ D$ il faille donner à la vitesse angulaire γ une valeur initiale γ' de un tour par minute, le rayon r_ω de la base du cône mobile sera la vingt-quatre millième partie du rayon h_ω de la base du cône fixe, et le gyroscope devra faire vingt-quatre mille tours pendant que le plan zor fera un seul tour.

Dans tous les cas, si en arrêtant l'anneau vertical on rend la vitesse angulaire γ nulle, l'équation se réduit à

$$A\frac{d\beta}{dt} = P.\ l.\ \sin\theta$$

et l'axe de figure s'abaisse immédiatement par l'action du poids P, comme si la vitesse r n'existait pas. Si, au contraire, en poussant l'anneau, on augmente la vitesse

angulaire γ, l'axe de figure se relève et finit par coïncider avec l'axe fixe oz.

Nous ferons encore une autre application de cette formule. La toupie (fig. 4) est un solide de révolution auquel on imprime une vitesse angulaire autour de son axe de figure et qui s'appuie sur un plan par une surface de forme ovoïde plus ou moins renflée.

La pression exercée sur le plan varie; elle est justement égale au poids de la toupie quand le centre de gravité reste à la même hauteur, elle augmente ou diminue un peu quand le centre de gravité s'élève ou s'abaisse. Dans tous les cas, elle engendre un couple dont l'axe coïncide avec l'axe $o\beta$ et dont nous représenterons le moment par le produit F. l; nous aurons donc l'équation

$$A \frac{d\beta}{dt} = F.l - \gamma.D$$

Lorsque la toupie s'incline, le point de contact avec le plan se trouve sur une petite circonférence qui roule plus ou moins rapidement. Par suite, la vitesse angulaire γ augmente, le second terme γ.D l'emporte sur le premier F.l, la valeur de β devient négative et l'axe de figure se rapproche de la verticale.

Tant que la vitesse angulaire r reste suffisamment grande, la toupie reprend la position verticale après des chocs assez violents.

Lorsque la vitesse r se ralentit, la toupie s'incline, la circonférence sur laquelle se trouve le point de contact augmente ; par suite, la vitesse γ s'accroît plus rapidement; alors il peut arriver que la toupie se redresse tout à coup. Le même fait peut se répéter plusieurs fois avant que le mouvement soit tout à fait éteint.

Actuellement nous pouvons nous rendre compte du mouvement des projectiles. Lorsqu'un projectile oblong se meut dans l'air, suivant la direction même de son axe de figure, les résistances qu'il éprouve sont symétriques tout autour de cet axe et ne peuvent produire aucune

déviation; mais si l'axe de figure se trouve maintenu dans une direction oblique faisant un angle θ avec la vitesse de translation, la résistance devient plus grande d'un côté que de l'autre et pousse le projectile dans le sens vers lequel s'incline sa partie antérieure.

En outre, la résistance donne naissance à un couple tendant à faire tourner autour d'un axe $o\beta$ perpendiculaire au plan zor mené par l'axe de figure et la direction oz de la vitesse de translation. Le moment de ce couple varie avec la vitesse de translation et avec l'angle θ suivant une loi qui nous est inconnue; nous le représenterons par le produit F. l.

Si le projectile lancé au moyen d'une arme lisse n'a reçu aucune vitesse de rotation autour de son axe de figure, on à l'équation

$$A \frac{d\beta}{dt} = F . l$$

on voit que la vitesse angulaire β croît très-rapidement, le projectile tourne immédiatement autour de l'axe $o\beta$ et prend un mouvement irrégulier.

Mais si des rayures héliçoïdales ont imprimé une très-grande vitesse angulaire autour de l'axe de figure, l'équation devient

$$A \frac{d\beta}{dt} = F . l - \gamma . D$$

tant que la vitesse angulaire r est assez grande pour que le produit γ. D varie beaucoup plus rapidement que le moment F. l. La vitesse angulaire β change de signe pour un faible accroissement de l'angle θ; l'axe de figure exécute de petites oscillations et tourne lentement autour de l'axe oz; la force déviatrice agit d'une manière régulière.

En faisant usage de l'équation précédente, on rapporte le mouvement à l'axe oz, supposé fixe dans l'espace; mais cette hypothèse est inexacte, puisque l'axe oz n'est autre chose que la tangente à la trajectoire (fig. 8) qui change continuellement de direction en tournant autour

d'un axe horizontal oy avec une certaine vitesse angulaire $-u$.

On tient compte de ce changement de direction en supposant l'axe oz fixe, mais en imprimant au mobile une vitesse angulaire $+u$ justement égale et contraire à la vitesse $-u$. En appliquant en outre à chacun des éléments la force centrifuge relative et la force centrifuge composée, ces deux forces produisent un couple dont l'axe est toujours perpendiculaire à la fois à l'axe de figure et à l'horizontale oy, et qui tend à rapprocher ces deux axes tant que l'angle ψ est moindre que 90°, et tend à les éloigner quand l'angle ψ devient plus grand que 90°.

A l'origine, quand le projectile sort du canon, l'axe de figure coïncide avec la tangente; mais en vertu de la vitesse angulaire u les deux axes se séparent. Le couple $F.l$ prend naissance et engendre la vitesse angulaire γ avec laquelle le plan zor tourne autour de la tangente oz.

Tant que l'angle ψ reste moindre que 90°, le couple $F.l$, la vitesse u et le couple dû à la force centrifuge relative et à la force centrifuge composée agissent dans le même sens et tendent à écarter l'axe de figure de la tangente oz; la pointe du projectile s'incline vers la droite.

Mais quand l'angle ψ devient plus grand que 90°, la vitesse angulaire u et le couple dû aux forces centrifuges agissent en sens contraire du couple $F.l$ et ramènent l'axe de figure en coïncidence avec l'axe oz, puis en vertu de la vitesse angulaire u, les deux axes s'écartent de nouveau et le mouvement recommence.

Il en résulte que l'axe du projectile exécute une série d'oscillations pendant chacune desquelles il décrit une surface conique située toute entière à droite du plan verticale passant par la tangente, la pointe s'écarte vers la droite, la force dérivatrice qui produit la déviation est toujours dirigée dans le même sens; seulement, cette force est intermittente, elle devient nulle quand l'axe de figure revient en coïncidence avec la tangente, elle acquiert sa plus grande valeur quand l'angle ψ est égal à 90°.

En tenant compte du déplacement continuel de la tangente, on peut représenter le mouvement du projectile en faisant décrire à l'axe de figure une surface conique ayant pour directrice une courbe telle que *a b c d* ...., dont les points de rebroussement correspondent aux positions où l'axe a coïncidé avec la tangente.

La grandeur de la dérivation dépend de la grandeur des écarts. Ces écarts sont d'autant moindres que la vitesse angulaire γ avec laquelle le plan *zor* tourne autour de la tangente est plus grande. Nous arrivons donc à cette conclusion:

On parviendrait à supprimer la dérivation, ou tout au moins à la rendre à peu près nulle, si l'on parvenait à augmenter la vitesse angulaire γ.

Des rainures longitudinales (fig. 9) pratiquées sur la partie antérieure du projectile, doivent donner naissance à des résistances perpendiculaires à l'axe et dirigées en sens contraire de la vitesse tangentielle due à la rotation. Tant que l'axe coïncide avec la vitesse de translation, ces résistances sont symétriques et ne peuvent avoir pour effet que de ralentir la rotation; mais quand l'axe est oblique, ces résistances deviennent inégales et sont plus fortes sur la partie du projectile qui regarde la tangente. Elles tendent alors à augmenter la vitesse angulaire autour de cette tangente et produisent par conséquent la coïncidence des deux axes.

Dans tous les cas, l'expérience serait facile et peu coûteuse : il suffirait de tirer comparativement quelques projectiles ordinaires et quelques projectiles munis de rainures (1).

C. E. Page,
professeur à l'École d'artillerie de Vincennes.

(1) L'exécution des expériences demandées par M. Page avait été, conformément à l'avis du Comité de l'artillerie en date du 3 juin 1870, ordonnée par le Ministre de la guerre, le 8 juillet suivant. Vingt projectiles de 4, à rainures, devaient être fabriqués d'après un modèle établi au Dépôt central sur les indications de M. Page, pour être ensuite expérimentés à l'École de Vincennes, comparativement avec des obus ordinaires du même calibre. L'angle de tir, constant, était fixé à 20°, et la charge à 80 grammes. — Les événements survenus à cette époque empêchèrent l'exécution du programme arrêté. (*N. d. l. R.*)

SUR LA CHARGE INTÉRIEURE DES PROJECTILES CREUX.

Le grand problème balistique dont toutes les puissances européennes cherchent actuellement la solution peut se résumer ainsi : Communiquer au projectile une vitesse initiale considérable, en laissant à la pièce et à l'affût une grande légèreté et une grande mobilité ; lui donner ensuite le moyen de conserver cette vitesse, tout en augmentant, s'il est possible, sa puissance explosive.

On peut considérer la première partie de ce problème comme à peu près résolue en France aujourd'hui. Quant à la seconde, elle le sera lorsqu'on aura donné au projectile la forme la mieux appropriée à son mouvement dans l'air et lorsqu'on aura complétement changé son chargement intérieur.

Les études qui ont été faites tant en France qu'à l'étranger pour déterminer la forme extérieure la plus avantageuse à donner aux projectiles, sont nombreuses ; aussi ne laissent-elles aucun doute sur celle qui doit être adoptée. Malheureusement il n'en est pas de même pour le chargement intérieur.

Cette question a été jusqu'à ce jour regardée comme secondaire et par suite un peu négligée. Comme elle a, à notre avis, une certaine importance, nous nous proposons de la traiter ici et de montrer le parti qu'on pourrait tirer de l'emploi d'une poudre particulière pour la charge intérieure des projectiles creux.

Une bonne poudre à tirer ne doit pas être brisante, car elle détériorerait l'intérieur de l'âme des pièces et compromettrait leur solidité. Elle doit brûler lentement, c'est-à-dire avoir une vitesse de combustion telle, que le maximum de tension ait lieu lorsque le projectile est à une certaine distance du fond de l'âme, et que tous les gaz ne soient formés que lorsque ce même projectile quitte la bouche à feu.

La poudre au contraire qui est destinée à faire éclater un projectile, doit avoir une vitesse de combustion très-considérable , parce que pour donner un grand nombre d'éclats dangereux et communiquer à ces éclats une grande vitesse, elle doit être presqu'entièrement brûlée au moment même de la rupture.

Les conditions imposées aux charges des bouches à feu et à la charge intérieure des projectiles creux sont donc essentiellement différentes ; aussi ne faut-il pas dans les deux cas employer le même mélange détonant. On doit à notre avis renoncer à la poudre à canon pour le chargement des projectiles creux et la remplacer par une poudre spéciale, donnant instantanément une grande quantité de gaz portés à une haute température et ne présentant aucun danger dans sa fabrication, sa manipulation, son emmagasinage et son transport.

L'emploi d'une pareille poudre, permettant de diminuer le vide intérieur du projectile, présenterait les avantages suivants :

1° Augmentation de la densité du projectile, et par suite tension de sa trajectoire ;

2° A égalité de poids, diamètres du projectile et de la pièce rendus plus petits et comme conséquence, projectile moins encombrant et pièce plus résistante ;

3° Nombre d'éclats dangereux plus grand et vitesse des éclats plus considérable ;

4° A égalité de diamètre, action de la résistance de l'air sur le mouvement de rotation du projectile moins grande ;

5° Possibilité de rapprocher le centre de gravité du centre de résistance et de diminuer la dérivation.

On pourrait enfin créer des projectiles spéciaux à minces parois qui, contenant une assez grande quantité d'une poudre très-puissante, produirait des effets considérables sur les terres et les maçonneries déjà atteintes et ébranlées par les projectiles ordinaires.

Ces avantages sont immenses et doivent nous déter-

miner à adopter une poudre spéciale pour le chargement intérieur des projectiles creux. La seule objection qu'on puisse faire à cette modification, est qu'elle porte atteinte au principe de l'unité des approvisionnements. Mais cette unité a-t-elle toujours été respectée? N'avait-on pas autrefois deux poudres à tirer: la poudre à mousquet et la poudre à canon ? n'a-t-on pas, dans ces dernieres années, ajouté à ces poudres la poudre *B* et la poudre comprimée ? D'ailleurs le chargement des projectiles creux se fait toujours sans précipitation, et la confusion n'est pas à craindre.

Il serait illusoire de chercher à obtenir une poudre brisante propre au chargement des projectiles creux en modifiant l'état physique de la poudre ordinaire, car il résulte des dernières expériences faites à Tarbes et à Calais que pendant le mouvement du projectile dans l'âme et dans l'air, l'état physique de la charge intérieure est complétement changé. Quelle que soit la poudre employée, elle se tasse fortement dans le fond du projectile et il se forme un enrochement tel que pour détacher la poudre, il faut se servir d'un ciseau et frapper dessus à coups redoublés.

Nous allons passer en revue les principales poudres brisantes connues jusqu'à ce jour, et nous nous arrêterons à celle qui nous paraîtra convenir le mieux au chargement des projectiles creux.

Coton-poudre. — Le pyroxyle ou coton-poudre n'est pas un simple mélange, mais bien une véritable combinaison chimique. Il s'embrase tout entier à l'approche d'un corps en ignition, et sa vitesse de combustion est presqu'infinie. Comme en outre il produit en brûlant un volume de gaz double de celui que fournit un poids égal de poudre ordinaire, il constitue une poudre essentiellement brisante. MM. Combes et Flandrin ont reconnu que mélangé à $^1/_3$ de salpêtre, il produit dans le sautage des roches un effet huit fois plus considérable que la poudre de mine ordinaire.

Le pyroxyle offre de nombreux avantages :

Il est inattaquable par l'eau ;

Sa composition et ses propriétés sont constantes ;

Sa manipulation ne souille ni les vêtements ni les mains ;

Sa fabrication n'offre aucun danger et peut être très-rapide ;

Enfin son prix de revient, quoique considérable, n'est pas excessif.

Malheureusement il présente un grave inconvénient qui, à nos yeux, doit de prime abord le faire écarter.

Il a peu de stabilité et s'altère rapidement. Son instabilité se manifeste soit par des décompositions lentes et humides, soit par des explosions spontanées. Les expériences de MM. Pelouze, Mourey et Payen, les accidents survenus en 1847 dans les magasins de Vincennes, la catastrophe du 17 juillet 1848 à la poudrerie du Bouchet, l'explosion de la manufacture de Darpfort (Angleterre) en 1847 et enfin celle qui s'est produite pendant le siége de Paris, dans l'une des deux usines du Quai de Javel, ne laissent aucun doute à cet égard.

Dans une communication faite en 1868 à la société royale de Londres, M. Abel, chimiste attaché à l'arsenal de Woolwich, constate que l'addition de $^1/_{100}$ de carbonate de soude suffit pour empêcher l'altération et la décomposition spontanée que subit le pyroxyle abandonné à lui-même ; mais les expériences faites à ce sujet ne sont, ni assez nombreuses, ni assez concluantes, pour permettre d'assurer que l'on écarte ainsi sûrement tous les dangers que présentent les pyroxyles fabriqués jusqu'à ce jour.

Dans ces conditions, il nous semble difficile d'utiliser le pouvoir brisant du fulmi-coton pour le chargement intérieur des projectiles creux, d'autant plus que les tentatives qui ont été faites à ce sujet ont presque toujours donné lieu à des éclatements prématurés. Des bombes chargées de fulmi-coton ont pu être lancées sans danger par des mortiers de 13 pouces anglais, mais on a obtenu de très-mauvais résultats avec des obus oblongs chargés avec la

même matière et tirés dans des canons rayés. Un grand nombre de ces obus ont éclaté dans l'âme et l'explosion a été si violente que plusieurs pièces ont été mises complétement hors de service. L'une d'elles a même éclaté et les éclats ont été projetés à plusieurs centaines de mètres.

Dynamite. — La dynamite s'obtient en mêlant de la nitro-glycérine à une substance minérale pulvérulente. Elle sert depuis une dizaine d'années à l'exploitation des carrières, en Suède, en Allemagne, en Belgique, en Amérique et même en France, et constitue une des poudres les plus brisantes que l'on connaisse.

Les propriétés de la dynamite sont remarquables :

Elle est insoluble dans l'eau ;

Le choc ne produit aucune action sur elle ; enflammée directement à l'air libre, elle se consume lentement ; en vase clos, elle produit une explosion considérable ;

Enfin elle possède dans le sautage des roches une action destructive qui peut être évaluée à dix fois celle d'un poids égal de poudre de mine ordinaire.

La force explosive de la dynamite repose entièrement sur celle de la nitro-glycérine dont on corrige une partie des défauts en l'associant à une matière inerte.

La fabrication et la manipulation de la nitro-glycérine présentent de grands dangers, et il nous paraît difficile de faire entrer cette substance dans la composition d'une poudre employée à la guerre. Son caractère vénéneux et sa tendance à faire explosion s'opposent à son emploi dans l'artillerie.

Du reste, la dynamite a été essayée à Calais dernièrement, et il résulte des essais qu'en l'état actuel de la question, cette substance est trop explosive sous l'action du choc pour pouvoir être utilisée dans le chargement intérieur de projectiles animés d'une forte vitesse initiale (1).

---

(1) La dynamite essayée à Calais avait été fournie par M. Paul Barbe. — De nouvelles expériences, exécutées tout récemment, ont donné des résultats beaucoup plus favorables. Voir aux *Renseignements divers*. (*N. d. l. R.*)

Poudres à base de chlorate de potasse. — On doit aussi éliminer les poudres à base de chlorate de potasse, car elles détonent presque toutes par le choc. Les chlorates sont en effet très-instables et il suffit souvent d'un frottement un peu rude pour déterminer l'inflammation du mélange d'un de ces corps avec une substance combustible. Les essais que fit Bertholet en 1789 à la poudrerie d'Essonne, pour substituer à la poudre ordinaire une poudre au chlorate de potasse, amenèrent deux catastrophes épouvantables qui firent renoncer pendant de longues années à l'emploi des poudres à base de chlorate.

En 1870, pendant le siége de Paris, on a préparé une poudre formée de :

Deux parties de chlorate de potasse,

Une partie de cyano-ferrure jaune de potassium et une partie de sucre en poudre.

La fabrication de cette poudre fut arrêtée le 7 octobre par une terrible explosion qui entraîna la mort de plusieurs personnes.

Picrate de potasse. — La grande puissance balistique du picrate de potasse, sa préparation facile, son insolubilité dans l'eau et enfin sa stabilité aux températures ordinaires, en font pour l'artillerie une substance des plus précieuses. J'ai étudié pendant plus de deux ans ce corps et ses congénères, et j'ai acquis la conviction qu'ils sont appelés à un véritable avenir, soit comme éléments constitutifs de poudres à tirer et de poudre brisantes, soit comme artifices d'éclairage et de communication de feu.

Le picrate de potasse détone vers 320°; il résiste à l'action des chocs les plus violents et peut supporter pendant plusieurs heures une température de 300°, sans éprouver la moindre décomposition. A l'approche d'un corps en ignition, il s'enflamme avec détonation et laisse un fort résidu de charbon et de carbonate de potasse.

En mélangeant le picrate de potasse à un corps oxydant à base de potasse, à du salpêtre par exemple, on peut

brûler tout le charbon et n'avoir comme résidu que du carbonate de potasse.

On obtient ainsi des poudres très-brisantes, ayant une puissance considérable. Celle qui paraît devoir donner les meilleurs résultats, est formée de :

54,5 de picrate de potasse,
45,5 de salpêtre.
100,0

100 grammes de cette poudre donnent en brûlant 54 grammes de produits gazeux qui occupent à la température zéro et sous la pression normale, un volume de 36 litres, 23. Les gaz formés dans la combustion de 100 grammes de poudre ordinaire, occupent dans les mêmes conditions un volume de 19 litres, 31.

Les gaz que peut donner la combustion de la poudre au picrate de potasse occupent donc à zéro et sous la pression normale un volume presque double des produits gazeux d'une même quantité de poudre ordinaire placée dans les mêmes conditions.

La poudre dont nous venons de donner la composition a été essayée en 1868 dans le puits d'éclatement de l'École d'artillerie de Grenoble. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

POIDS du projectile	CHARGE intérieure.	NOMBRE des éclats retrouvés.	NOMBRE des éclats dont le poids dépasse 100 grammes	POIDS des éclats retrouvés.	POIDS MOYEN d'un éclat.
4k,800	65gr de poudre au picrate de potas.	49	9	2k,550	52gr
4 ,750	60 id.	44	23	3 ,700	84
4 ,800	45 id.	22	22	4 ,230	192
3 ,680	60 id.	21	18	2 ,535	120
3 ,680	200 de p. ordin	11	10	2 ,950	268

Les projectiles dont on s'est servi dans ces essais avaient tous sensiblement la même forme extérieure, celle de l'obus réglementaire de 4 ; la capacité du vide intérieur variait seule.

Comme on le voit d'après ce tableau, une charge de 45 grammes de poudre au picrate de potasse donne dans un projectile de $4^k,800$ des résultats bien supérieurs à ceux obtenus dans un obus de 4 avec la charge réglementaire de 200 grammes de poudre ordinaire.

Il résulte, du reste, de considérations théoriques basées sur les résultats obtenus dans ces essais que la force brisante de la poudre au picrate de potasse est au moins 9 fois plus grande que celle de la poudre ordinaire.

De ce que, pour produire dans un projectile un éclatement déterminé, il faut 9 fois moins de poudre au picrate de potasse que de poudre ordinaire, on doit bien se garder de conclure que, dans toutes les circonstances, la force développée par une certaine quantité de la première poudre sera neuf fois plus considérable que celle produite par une même quantité de la seconde. Ce serait étrangement méconnaître le mode d'action des poudres. Ce mode d'action est en effet fonction de trois variables principales : 1° la vitesse de combustion, 2° la quantité de gaz dégagés et 3° la température de combustion.

La vitesse de combustion joue le rôle principal lorsque la poudre doit briser une enveloppe dure et offrant une grande résistance. C'est le cas de la rupture d'un projectile creux ou du sautage des roches dures. Tous les gaz doivent alors être formés au moment même de la rupture.

S'il faut au contraire remuer et soulever des terres ou des maçonneries, la vitesse de combustion n'a plus qu'une très-faible influence, parce que l'effet à produire n'est pas instantané mais bien successif. Quelle que soit la lenteur de la déflagration de la poudre, tous les grains ont le temps de brûler et les gaz formés en dernier lieu ne sont pas inactifs. Dans ce cas, la poudre la plus puissante est celle qui donne la plus grande quantité de gaz et la plus haute température.

La quantité de chaleur dégagée dans la combustion d'un kilogramme de poudre au picrate de potasse est un peu

plus grande que celle dégagée par un kilogramme de poudre ordinaire, mais la différence est très-faible. Ces données résultent d'études calorimétriques intéressantes qui ont été faites à Grenoble pendant l'hiver de 1869 - 1870.

Comme la quantité de gaz produite par la combustion de la poudre au picrate de potasse est presque double de celle que dégage en brûlant la poudre ordinaire placée dans les mêmes conditions, on peut dire que l'action produite sur les terres par la première sera sensiblement double de celle exercée par la seconde, tandis qu'elle est neuf fois plus forte dans le cas de la rupture d'un projectile.

La poudre au picrate de potasse enfermée dans un projectile est complétement insensible au choc initial qui se produit dans la pièce. Elle n'a donné lieu à aucun éclatement au départ dans les essais de tir qui ont été faits à Gâvre et en Angleterre. C'est donc la poudre qui convient le mieux au chargement intérieur des projectiles tant à cause de sa puissance explosive considérable que de la sécurité qu'elle présente dans toutes les conditions de son emploi.

Le picrate de potasse peut se fabriquer dans toutes les villes où il existe une usine à gaz importante. On obtient en effet l'acide picrique en attaquant l'acide phénique par l'acide nitrique, et l'acide phénique s'extrait des goudrons de houille qui en contiennent jusqu'à 10 %.

Les usines à gaz de Paris consomment par an 440000 tonnes de houille qui, à 5 % de rendement, produisent 22 millions de kilogrammes de goudron. On pourrait largement retirer de ce goudron un million de kilogrammes d'acide phénique et par suite plus de deux millions de kilogrammes d'acide picrique. (94 kilogrammes d'acide phénique $C^{12}H^{6}O,HO$ donnent 229 kilogr. d'acide picrique $C^{12}H^{2}(AzO^{4})O^{3},HO$.) D'après ces données, en évaluant à dix millions de kilogrammes la production possible de l'acide picrique dans toutes les usines à gaz de France, nous restons beaucoup au-dessous de la vérité.

L'acide picrique pur coûte actuellement 7 fr. le kilogramme, ce qui porte à environ 4 fr. le prix du kilogramme de poudre au picrate de potasse. Ce prix diminuerait naturellement beaucoup si la fabrication de l'acide picrique prenait de l'extension.

Picrate d'ammoniaque. — La Commission d'expériences de Calais a fait, au mois d'octobre 1872, quelques essais sur une poudre formée de picrate d'ammoniaque et de salpêtre, dont on avait proposé l'emploi comme poudre à tirer. Se basant sur ce que cette poudre, inoffensive sous les pressions du canon de 4, avait présenté un caractère brisant sous les pressions qui se produisent dans le tir du canon de 12, et s'appuyant sur les résultats obtenus dans l'éclatement d'un projectile de 4 chargé avec 220 grammes de cette poudre, elle a émis l'avis qu'il *y aurait peut-être lieu d'étudier l'emploi de la poudre au picrate d'ammoniaque pour le chargement des projectiles creux.*

Nous ne voudrions pas préjuger les expériences qui pourront être faites plus tard sur cette poudre, mais nous ne croyons pas qu'on atteigne avec elle pour l'éclatement des projectiles les résultats que donne la poudre au picrate de potasse.

Sa grande puissance et sa stabilité la rendent sans aucun doute, pour le chargement des projectiles, bien préférable à la poudre ordinaire, au fulmi-coton, à la nitro-glycérine et aux poudres à base de chlorate de potasse; mais elle a une vitesse de combustion beaucoup plus faible que celle de la poudre au picrate de potasse, et elle est forcément moins brisante que cette dernière.

Du reste, à Calais, dans le seul essai qui ait été fait en France sur l'emploi de la poudre au picrate d'ammoniaque comme charge intérieure des projectiles, une très-grande quantité de la poudre contenue dans le projectile (la moitié environ) n'a pas brûlé. Il est bien évident que si dans ces conditions cette poudre était très-brisante et se comportait comme les mélanges détonants que nous venons de

passer en revue, elle aurait été complétement brûlée pendant l'explosion, quoique la charge fût trop forte pour l'effet à produire.

Conclusion. — En résumé, la poudre qui sert à lancer les projectiles ne saurait convenir à leur chargement intérieur.

Les projectiles creux doivent être chargés avec une poudre brisante, c'est-à-dire avec une poudre ayant une vitesse de combustion considérable et donnant une grande quantité de gaz portés à une haute température.

De toutes les poudres brisantes connues jusqu'à ce jour, celle qui est la plus propre à cet usage est formée de 54,5 parties de picrate de potasse et de 45,5 parties de salpêtre.

L'adoption d'une pareille poudre pour le chargement des projectiles creux constituerait un grand progrès. Elle serait du reste la conséquence forcée de l'emploi d'une poudre lente pour le tir des bouches à feu, car si cette dernière poudre communique aux projectiles une grande vitesse initiale, la première, en permettant d'augmenter leur densité, leur donne le moyen de mieux conserver cette vitesse.

Pour donner une idée des avantages qu'on retirerait de l'adoption de la poudre au picrate de potasse pour le chargement intérieur des projectiles, il nous suffit de dire que pour un projectile de 5 kilogrammes environ, elle permettrait de réduire son vide intérieur de 200 centimètres cubes à 70 et d'augmenter par suite sa densité dans la proportion de 6 à 5 environ. La tension de la trajectoire serait ainsi augmentée à peu près dans la même proportion.

J. Brugère,
Chef d'escadron d'artillerie.

SUR L'EMPLOI DE L'ARTILLERIE EN CAMPAGNE.

(*Fin.*)

ROLE DE L'ARTILLERIE DIVISIONNAIRE.

Divisions de cavalerie. — Si, pour la marche, on organise une avant-garde, lui donner quelques pièces et, quand il le faut, une batterie tout entière; le reste de l'artillerie est disposé, d'après les raisons données plus haut, soit au centre de la division de cavalerie, soit vers la tête du gros. L'avant-garde veut-elle contraindre l'ennemi à se déployer plus tôt qu'il ne l'aurait voulu, l'artillerie se met en marche assez à temps pour arriver à hauteur des escadrons déployés en ligne de colonnes et pour se mettre en batterie, de manière à être dans tous les cas dépassée par l'escadron ou la division voisine.

Si l'avant-garde entreprend une attaque, l'artillerie prend pour but l'infanterie ou la cavalerie contre lesquelles l'attaque est dirigée. Mais dans le cas où la cavalerie amie subirait des pertes sérieuses par suite du feu de l'artillerie ennemie, c'est avant tout cette artillerie qu'il faudra canonner. Si l'avant-garde attaquée n'accepte pas le combat et préfère se replier sur le gros, elle doit renvoyer à temps sa batterie dans cette direction, ou au moins l'expédier vers une position en arrière d'où celle-ci pourra commodément appuyer le mouvement rétrograde. L'avant-garde est-elle repoussée, elle se replie en réserve derrière le gros; son artillerie passe à l'artillerie de réserve.

On se conformera aux règles suivantes pour placer l'artillerie du gros : s'arranger de façon qu'elle ne gêne jamais la cavalerie; la disposer de préférence sur l'aile la plus menacée; si l'on exécute un changement de front ou une conversion, l'envoyer à l'aile intérieure ou au pivot, à 100 pas au plus des flancs, jamais à plus de 300 pas en avant de la ligne du front.

Quand il faudra préparer l'attaque de la cavalerie, la seconder dans les poursuites ou dans les retraites, se conformer aux principes qui ont été précédemment développés.

Quand elles attaqueront l'artillerie ennemie, les batteries se placeront franchement vis-à-vis d'elle, de manière à engager une lutte assez vive pour absorber toute l'attention des batteries de l'adversaire; de cette façon, la cavalerie amie pourra saisir le moment opportun pour les surprendre par une attaque de flanc.

Dès que l'attaque de la cavalerie ennemie se rapproche du point où l'on est en batterie, suspendre immédiatement le feu. Si la division de cavalerie bat en retraite, aucune portion de l'artillerie ne doit rester près des escadrons aux prises avec l'ennemi. L'artillerie se portera rapidement vers certaines positions en arrière d'où elle soutiendra la retraite; c'est en ceci présisément que consiste la différence du rôle de l'artillerie marchant avec la cavalerie et du rôle de l'artillerie marchant avec l'infanterie.

D'après les explications données plus haut, on comprendra sans peine comment il faudra faire usage de l'artillerie adjointe à des masses un peu considérables de cavalerie. Insistons néanmoins sur quelques points. Le commandant de l'artillerie devra toujours se tenir en communication immédiate avec le général commandant la cavalerie, de façon à être toujours au courant de la situation. En pareil cas, l'emploi de l'artillerie exige beaucoup de résolution alliée à un certain degré de prudence; une grande vivacité d'allure et de fréquents déplacements : contre la cavalerie, exécuter un feu rapide, mais efficace; contre l'infanterie un feu soutenu sans relâche, de manière à produire le plus d'effet qu'on pourra.

III. ROLE DE L'ARTILLERIE DE LA RÉSERVE DU CORPS D'ARMÉE.

Énumérons les circonstances dans lesquelles doit intervenir la réserve de l'artillerie du corps d'armée :

Dans l'offensive, pour exercer l'action prépondérante sur le point principal de l'attaque exécutée par le corps d'armée; en pareil cas, ne pas différer d'ordonner l'emploi de l'artillerie et la conduire avec résolution; dans la défensive, pour écraser une attaque ou préparer un retour offensif; dans l'offensive comme dans la défensive, pour occuper des positions dominantes ou d'une importance capitale; pour rétablir le combat dans un moment critique; pour protéger les retraites; pour attaquer ou défendre certains grands villages, les défilés, les retranchements. Exceptionnellement, elle sera utilisée en vue de couvrir la marche du corps d'armée, quand celui-ci sera attaqué en tête de colonne par des forces assez importantes pour qu'une seule division ne puisse les repousser; pour seconder une démonstration agressive essayée dans le but de donner le change à l'ennemi sur le vrai point d'attaque.

Dans toutes ces circonstances, il sera de la plus grande importance de tenir constamment massée cette somme considérable de force que représente la réserve d'artillerie et d'éviter avec soin d'en éparpiller les éléments. On se gardera donc, en règle générale, d'appuyer avec cette réserve l'action de l'artillerie divisionnaire au commencement d'une bataille rangée. Quand on emploiera la réserve, toutes ses batteries tireront à la fois contre un seul et même but. On ne devra soutenir l'artillerie divisionnaire que dans des cas spéciaux. Nous citerons : 1° celui où la division sera chargée de certaines tâches d'une difficulté spéciale, en ce sens que pour s'en acquitter il lui faudra opérer d'une manière indépendante, comme lorsqu'il s'agira d'investir, de forcer un défilé éloigné, d'achever un combat d'avant-garde ou d'arrière-garde, d'attaquer des ouvrages retranchés munis de canons; 2° lorsque la position de l'artillerie divisionnaire acquiert une importance plus grande par suite d'un changement d'objectif sur lequel l'ennemi a augmenté ses moyens d'artillerie; 3° lorsqu'en renforçant l'artillerie division-

naire, on attire l'attention de l'ennemi pour la détourner d'un point important, ou l'empêcher de voir qu'on dirige contre lui un effort définitif; 4° lorsqu'on veut canonner l'ennemi sur son flanc mis à découvert, ou repousser une attaque de flanc; 5° enfin lorsqu'il faut relever par une artillerie intacte des batteries épuisées par une lutte prolongée.

Quand faut-il mander la réserve d'artillerie? Dans quelle proportion faut-il la faire donner, en partie ou en totalité? Comment la porter en avant et la disposer sur le champ de bataille? Autant d'ordres à donner par le commandant en chef de l'artillerie après que cet officier se sera concerté avec le chef d'état-major général du corps d'armée. Le commandant de la réserve doit faire abstraction de tous les détails pour concentrer son attention sur l'ensemble; il se sert de son état-major pour communiquer ses ordres. Avant d'entrer en action, la réserve d'artillerie du corps d'armée se tient à couvert, massée en colonne serrée, généralement derrière le centre de la position du corps d'armée.

1. *Rôle de la réserve dans l'attaque; détails d'exécution.* — Pour réussir en pareil cas, il faut absolument qu'on se porte en avant à l'improviste et avec des forces tout à fait supérieures. A cet effet, les batteries arriveront toutes en même temps, sous le commandement d'un seul chef, toutes suivant la même direction, sur un seul et même objet. Employer les formations les plus simples, éviter toute manœuvre complexe, même lorsqu'on est fort éloigné de l'ennemi. L'allure à prendre dépend de la distance à parcourir et de l'urgence du moment. Si la conformation du terrain exige, au moment de la mise en batterie, qu'on fractionne la réserve, il faudra la partager en un certain nombre de divisions, chacune sous les ordres d'un commandant supérieur, mais toutes obéissant à la haute direction du commandant de la réserve. En principe, ne se résoudre à ce morcellement que quand il le faut d'une

manière absolue. Le commandant de la réserve indique alors à chaque division quel sera l'objet à battre, par quelle voie elle se portera en ligne, en quels points intermédiaires elle devra, s'il y a lieu, provisoirement s'installer : il veillera à ce que les batteries du plus faible calibre conservent les positions les plus éloignées : il fera savoir dans quelle division il se tiendra de sa personne. Les divisions devront arriver en position autant que possible toutes en même temps et ouvrir le feu toutes à la fois. A cet effet, les batteries des ailes augmenteront l'allure, s'il y a lieu, pour se porter en avant, ayant soin de s'arrêter pour faire feu en un point d'où le tir soit encore efficace eu égard à la portée des projectiles.

Les pièces de gros calibre réparties à la réserve éviteront de tirer aux grandes distances; il n'y a qu'aux faibles distances qu'elles produiront les grands effets qu'on attend d'elles. Elles commettraient une faute grave en s'arrêtant à des stations intermédiaires : il vaut mieux pour elles se porter franchement et tout d'une traite jusqu'à l'endroit où leur feu pourra se développer dans toute sa puissance. Pourtant, si l'on s'attend à trouver une résistance sérieuse et opiniâtre, s'arrêter d'abord à une distance ni trop grande ni trop petite pour y préparer l'attaque en luttant contre l'artillerie ennemie. Une fois celle-ci ébranlée, se porter en avant pour exécuter à une portée moindre un tir nourri et soutenu en vue du résultat définitif.

Quant au but que l'on doit s'attacher à battre, c'est l'infanterie et la cavalerie, principalement les grandes réserves d'infanterie, sauf à balayer préalablement l'artillerie qui les protége.

La formation tactique, en position de combat, peut avoir lieu de trois façons diverses, ou en ligne continue, ou en flanc offensif (angle rentrant dirigé contre l'ennemi), ou en une ligne de plusieurs divisions opérant concentriquement vers un seul et même but. Adopter la première et la dernière lorsqu'on veut enfoncer le centre de l'en-

nemi; employer la seconde (le flanc offensif) de manière qu'une partie occupe l'ennemi sans relâche sur son front et d'une manière complète, pendant que l'autre entreprendra une attaque de flanc.

Pour arriver en position, se déployer par batteries successives si le mouvement ne peut être exécuté par toutes les batteries à la fois de manière à parvenir toutes ensemble sur la ligne de bataille. Ouvrir le feu avec toutes les pièces; choisir pour but le milieu ou un point situé très-près du milieu de l'objet à battre. Tenir en réserve un certain nombre de bouches à feu, à toute éventualité. Enfin, pour mettre à profit les résultats obtenus par la réserve d'artillerie du corps d'armée, faire donner immédiatement la réserve d'infanterie ou la réserve de cavalerie.

Avant de se porter en avant, le commandant de la réserve indiquera dans quel ordre, si c'est par division ou simultanément; il dira quelles sont les batteries qui devront suivre les troupes d'assaut et qui seront destinées à poursuivre l'ennemi dans le cas où l'entreprise se terminerait par un succès. Comme on attribue d'ordinaire des batteries d'artillerie aux corps chargés d'exécuter l'attaque, celles de la réserve devront en général se dispenser d'y coopérer; toutefois, on pourra, s'il le faut, en détacher une ou deux batteries pour seconder les troupes chargées de la poursuite. En cas d'échec, la réserve d'artillerie viendra au secours des régiments qui se trouveraient dans des situations critiques, ou adoptera une position dans laquelle elle pourrait appuyer la retraite et recueillir les colonnes repoussées.

Quel que soit l'état des choses, il faut toujours se tenir sur ses gardes en prévision d'un attaque de l'ennemi et placer en conséquence auprès de chaque batterie une troupe d'escorte ou de soutien présentant un effectif respectable.

Pour tout le reste, se conformer aux règles indiquées au sujet de l'artillerie divisionnaire.

2. *Rôle de la réserve d'artillerie dans certaines circonstances particulières du combat.* — Quand il faudra, dans la défensive, repousser une attaque provenant de l'artillerie ennemie, opérer d'une manière analogue à ce qui a été recommandé dans le cas de l'offensive; prendre l'adversaire d'écharpe et de flanc, si la chose est possible. On ne réussit à soutenir un point menacé ou à rétablir le combat qu'en agissant avec résolution, vigueur et promptitude.

Dans le cas d'une démonstration destinée à tromper l'ennemi, la réserve pourra se rapprocher de lui le plus possible, afin de lui mieux donner le change, mais sans entrer dans la zone véritablement efficace de ses feux.

Traduit par le capitaine d'artillerie
LEFÈVRE (J. B. V.),
(2e bureau de l'état-major général du Ministre de la guerre).

DEUX NOUVEAUX AFFUTS DE LA MARINE ALLEMANDE.

AFFUT A FREIN CIRCULAIRE.

(Pl. V, fig. 1, 2, 3.)

La marine allemande a mis récemment en service un nouvel affût pour ses canons de 12c et de 15c. L'inventeur, M. Wagenknecht, constructeur à Dantzig, a cherché à le rendre très-léger et très-mobile, tout en y adaptant un frein assez puissant pour restreindre notablement l'étendue du recul.

L'affût proprement dit se compose de deux flasques en fer, *a*, de forme triangulaire (fig. 1), à la partie supérieure desquels se trouve le logement des tourillons, *b*, et dont la base se termine antérieurement par un patin, *c* : ces deux flasques sont solidement reliés l'un à l'autre par des bandes de fer. En avant se trouvent deux roulettes, *f*; elles prennent appui sur le pont du navire quand les patins, *c*, ne sont pas en contact avec lui : à l'arrière deux étriers, *d*, fixés sous les flasques, supportent la partie postérieure de l'affût; ils glissent sur le pont pendant le recul. Une vis de pointage, *e*, munie d'un volant, sert à lever ou à baisser la culasse.

Pendant le pointage en direction, l'affût tourne autour de la broche-pivot, *h*, sorte de cheville-ouvrière qu'une fourchette, *g*, fixée au moyen de deux tirants à l'entretoise de devant, embrasse sur la moitié de son pourtour.

Entre la vis de pointage et l'entretoise de devant est placé un tambour sur lequel s'enroule, dans deux gorges creusées en spirale, un câble dont les bouts sont fixés au tambour lui-même et dont la partie médiane enveloppe une poulie fixe, *k*, traversée par la broche-pivot. A l'extrémité gauche du tambour se trouve le frein proprement dit logé entre deux disques circulaires, *l* : dans leur intervalle, on remarque un ressort, *m* (fig. 2), en forme

d'anneau brisé, qui peut être plus ou moins bandé au moyen d'un levier elliptique, *n*, articulé avec les deux bouts du ressort, et pénétrant par sa partie supérieure dans une cavité ménagée sur le tambour. Lorsque ce dernier tourne dans le sens indiqué par la flèche, le ressort tend à s'ouvrir en s'appliquant fortement contre la surface intérieure d'un cylindre creux, *o*, qui, par suite du frottement, sera lui-même entraîné dans le mouvement de rotation. Un frein à lame, *p*, enveloppe le cylindre, *o* : il se compose de deux segments dont les extrémités supérieures sont reliées au moyen d'un boulon, *q*, traversant un coussinet élastique ; les extrémités inférieures sont réunies par un crochet. La queue de ce crochet est articulée avec l'une des branches du frein, et la partie recourbée embrasse une cheville faisant corps avec un arbre qui traverse le flasque gauche de l'affût et les deux pattes par lesquelles se termine la seconde branche du frein : cet arbre étant d'un diamètre plus considérable que la cheville et n'ayant pas le même axe, il suffit de lui imprimer, au moyen d'un levier, *r*, un léger déplacement angulaire pour serrer ou pour relâcher le frein.

Lorsque l'affût recule, le câble se déroule ; le tambour, tournant dans le sens indiqué par la flèche, entraîne le levier elliptique, *n*, de sorte que le ressort, *m*, vient s'appliquer contre la paroi interne du cylindre, *o*, qui participe alors au mouvement de rotation. Si l'on a placé le levier, *r*, de manière à serrer le frein, il se produit un frottement qui anéantit rapidement la vitesse de l'affût : on peut donc, en se servant de ce levier, limiter à volonté l'étendue du recul.

Pour ramener la pièce en batterie, on agit sur la manivelle que porte l'arbre, *s* (fig. 1), de manière à enrouler de nouveau le câble autour du tambour, *i* : pendant cette manœuvre le frein se desserre de lui-même.

Quand la pièce est en batterie, les roulettes, *f*, ne portent pas sur le pont et la partie antérieure de l'affût

repose, par l'intermédiaire des patins, *c*, sur une bande circulaire en métal : cette disposition a pour effet de répartir sur une large surface les chocs qui se produisent pendant le tir, particulièrement lorsque l'inclinaison donnée à la bouche à feu est considérable. Les roulettes ne commencent à tourner qu'à l'instant où les patins abandonnent la voie circulaire, et prennent ainsi leur mouvement sans difficulté.

Avant de mettre le feu à la charge, on fait glisser l'arbre, *s*, dans son logement pour désembrayer les engrenages qui, sans cette précaution, seraient brisés par la violence du recul.

Vers l'arrière, on a ménagé dans la semelle de l'affût (fig. 1 et 3) une ouverture circulaire dans laquelle est fixée une cage de fonte, *u*, présentant en son milieu une large mortaise dans laquelle passe une roulette; l'arbre de cette roulette est porté par une fourchette, *v*, qui est articulée elle-même avec les parois de la cage. En agissant sur le levier, *w*, qui termine la fourchette, on soulève ou on abaisse la roulette qui peut aussi être placée perpendiculairement à l'axe de la pièce; dans ce dernier cas, un crochet, *x*, maintient la fourchette.

Quand la pièce est en batterie, la partie postérieure de l'affût repose sur le pont par l'intermédiaire des étriers, *d* (fig. 1), mais lorsque l'on veut pointer la bouche à feu ou la déplacer, on abaisse le levier jusqu'à ce que la roulette porte seule sur le pont et on la fixe dans sa nouvelle position au moyen d'une cheville. On voit que l'affût peut ainsi se mouvoir, soit par glissement, soit par roulement, suivant qu'on le juge nécessaire.

En résumé, l'affût imaginé par M. Wagenknecht est très-léger et n'exige qu'un espace très-restreint; il facilite le pointage, permet de limiter le recul à volonté et donne le moyen de déplacer rapidement la pièce dans la batterie.

(Extrait du Recueil : *Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere des deutschen Reichsheeres*, 1re livraison de 1873.)

AFFUT DE TOURELLE.

(Pl. V, fig. 4, 5, 6.)

On expérimente en ce moment un autre affût proposé par le même industriel, M. Wagenknecht, et destiné à l'armement des tourelles. Un affût de ce modèle, pour canon de 17^{c} fretté, ayant donné de bons résultats en 1870, le ministère de la marine donna l'ordre d'en construire un second pour le canon de 26^{c} fretté. Cet affût, terminé en octobre 1872, a été envoyé à la *Commission d'expériences* de Berlin, et les essais auxquels il est soumis semblent donner des résultats favorables.

Les affûts destinés à l'armement des tourelles doivent remplir deux conditions essentielles, n'avoir qu'un recul limité et permettre à la pièce de tirer par une embrasure ou sabord de dimensions très-réduites. Pour satisfaire à la première condition, on fait usage de freins de diverses natures ; pour remplir la seconde, il faut que dans le pointage on puisse élever ou abaisser les tourillons de la pièce, en faisant pivoter celle-ci autour d'un axe situé dans l'épaisseur du sabord.

Dans l'affût de M. Wagenknecht, appelé *Minimalscharten-Laffete*, c'est-à-dire affût à embrasure minimum, la partie antérieure du canon repose sur une forte semelle en fer forgé, *b*, qui est articulée avec la tête, *c*, d'une cheville, *a*, fixée dans le fond de l'embrasure ; lorsqu'on soulève ou qu'on abaisse les tourillons de la bouche à feu, celle-ci glisse sur la semelle en fer, qui tourne autour du point *c*. Le soulèvement des tourillons s'obtient au moyen d'une presse hydraulique, *g*, dont le piston, *h*, est relié par l'extrémité de la tige à un support de tourillon, *f*. Au-dessus de ce support se trouve une pièce en fer munie de deux bras articulés, *e* et *d*, qui sont fixés, le bras supérieur au support de tourillon, le bras inférieur au corps de pompe, *g*. Celui-ci communique par des tuyaux, *i*, *i*, avec la machine à vapeur ; la presse fonctionne à l'aide d'une

pompe qu'on n'a pas figurée ici afin de ne pas compliquer le dessin. Pour qu'on puisse manœuvrer le canon sans être obligé de recourir à la machine à vapeur, l'affût présente un second appareil élévatoire, composé d'une vis en acier, *k*, que l'on met en mouvement à l'aide d'une roue dentée et d'un levier, *l;* cette vis, ainsi que le piston de la presse, soulève ou abaisse le support de tourillon, *f*.

Tout le système est monté sur deux rouleaux, *m*, qui sont reliés au bras inférieur, *d*, et qui roulent sur un rail double, *n*, incliné d'arrière en avant. Le dispositif qu'on vient de décrire est double ; il est reproduit des deux côtés de la bouche à feu; des boulons et des essieux rendent solidaires les deux moitiés de l'affût.

L'appareil destiné à limiter le recul est disposé symétriquement à droite et à gauche de la pièce. Une forte vis, *o*, en acier, à filet carré et à pas très-allongé, traverse parallèlement à l'axe du canon un écrou, *p*, qui fait corps avec le support de tourillon. A son extrémité antérieure, la vis se termine par une partie cylindrique qui porte le frein; celui-ci se compose (fig. 4, 5, 6) d'un tronc de cône en fer, *q*, s'emboîtant dans la cavité conique d'une poulie, *r*, également en fer, sur laquelle frotte une lame de frein en acier, *s*. Le tronc de cône, *q*, est solidement relié à l'extrémité de la vis; la poulie, *r*, peut tourner sur un fort cylindre creux, *t*, qui entoure la partie cylindrique de la vis et qui est boulonné sur la semelle de fer, *b*. Pour rendre l'adhérence des cônes de friction plus complète, on interpose entre leurs surfaces des coins en bois de gaïac. La lame d'acier, *s*, ne forme point une circonférence entière; par l'une de ses extrémités, elle est fixée à la semelle, *b*, et par l'autre, elle est articulée à une pièce métallique réunissant les deux lames symétriques. Une vis, *v*, permet de rapprocher plus ou moins les lames de la semelle et de régler ainsi le frein.

Dans le tir, les freins agissent de la manière suivante : la pièce recule, entraînant avec elle tout le système élé-

vatoire ; dans le premier moment, la vis de frein prend un léger mouvement en arrière, ce qui fait presser fortement les deux cônes de friction l'un contre l'autre ; mais ce mouvement en arrière est presque immédiatement arrêté par le cylindre, *t*, qui est boulonné sur la semelle, *b*. L'écrou, *p*, entraîné par le recul du canon, fait tourner la vis, *o*, et le cône, *q*, qui communique son mouvement de rotation à la poulie, *r* ; mais celle-ci est enrayée par l'action de la lame de frein que l'on a dû régler convenablement. Tout le système arrive au repos lorsque le travail du frottement ainsi produit et le travail de l'ascension de la pièce et de l'affût le long du plan incliné, *n*, sont équivalents à la demi-force vive de recul. La pièce revient ensuite d'elle-même en batterie ; mais ce mouvement en avant pouvant dans certaines circonstances produire des à-coups violents, un système de freins en tout semblable à celui qui vient d'être décrit, mais sensiblement moins fort et plus petit, est adapté à la vis, immédiatement en arrière du cylindre, *t* ; les cônes de friction sont placés en sens inverse.

Un tampon, *u*, formé de plusieurs fortes rondelles de caoutchouc et fixé à l'extrémité postérieure de la vis de frein, sert à arrêter la pièce en amortissant le choc, dans le cas où le serrage de la lame de frein aurait été mal réglé.

Le canon fretté de 26^{c} pèse 22 000 kil., et l'affût Wagenknecht 9 000 kil. A la culasse est fixée une moufle qui facilite l'introduction du projectile et de la charge, dont les poids respectifs sont de 230 kil. et 72 kil.

Chaque tourelle est armée de deux canons placés l'un à côté de l'autre dans des directions exactement parallèles ; ils sont introduits par le haut de la tourelle dont le toit peut être enlevé ; les engins qui servent à leur mise en place sont mis en mouvement par la machine à vapeur. Les sabords sont circulaires vers le milieu de leur épaisseur, et s'évasent ensuite dans les deux sens ; leurs ou-

vertures intérieures et extérieures ont une forme elliptique.

Pour le pointage en direction, on fait tourner la tourelle tout entière à l'aide de la machine à vapeur : sur son toit sont fixés un cran de mire et un guidon qui déterminent une ligne de mire exactement parallèle à l'axe des canons ; une ouverture pratiquée dans le toit entre les deux pièces permet au pointeur de diriger cette ligne de mire sur le but, en faisant les signaux convenus pour qu'on imprime à la tourelle le mouvement de rotation nécessaire.

Le pointage en hauteur s'effectue à l'aide des appareils élévatoires décrits plus haut ; mais, comme le roulis du navire ne permet pas l'emploi d'un niveau, ils portent latéralement une graduation en degrés. Pour faire feu, il faut évidemment attendre l'instant précis où la plate-forme des pièces est horizontale ; cet instant est indiqué au servant chargé de mettre le feu par le passage d'un fil à plomb sur une ligne de repère.

Le pointage au-dessus du toit présente quelques difficultés ; aussi M. Wagenknecht a-t-il proposé de percer, entre les deux pièces, dans la muraille de la tourelle, une petite ouverture formant une sorte de tube d'observation avec réticules et déterminant une ligne de mire parallèle à l'axe des pièces ; de cette manière l'opération du pointage offrirait moins de danger et serait plus précise.

(Extrait des *Jahrbücher für die deutsche Armee und Marine*, mars 1873.)

L'ENQUÊTE
SUR L'ORGANISATION DU PERSONNEL DE L'ARTILLERIE.
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS
(*Suite.*)

7. PERSONNEL D'ARTILLERIE NÉCESSAIRE A CHAQUE ARMÉE.

La composition des états-majors d'artillerie a déjà été donnée en partie; les indications précédentes doivent être complétées ainsi qu'il suit :

État-major d'artillerie d'un corps d'armée d'infanterie.

1 général de brigade, commandant supérieur;
1 capitaine, aide de camp;
1 lieutenant-colonel, chef d'état-major;
2 capitaines adjoints;
1 garde d'artillerie,
avec deux secrétaires et les plantons nécessaires.

État-major d'un corps d'armée de cavalerie.

1 colonel, commandant supérieur;
1 chef d'escadron, chef d'état-major;
1 capitaine adjoint;
1 garde d'artillerie;
Secrétaires et plantons, etc.

État-major de l'artillerie de l'armée.

1 général de division, commandant supérieur;
1 capitaine, aide de camp;
1 colonel, chef d'état-major;
1 chef d'escadron, sous-chef d'état-major;
3 capitaines adjoints;
2 gardes d'artillerie,
avec 3 secrétaires et les plantons nécessaires.

Personnel des batteries. — Les modifications à introduire dans la composition des cadres des batteries [1] n'étant pas très-importantes, on peut considérer, quant à présent, les batteries légères des divisions et les batteries lourdes des réserves comme devant être servies, les unes par le personnel attribué en 1867 aux batteries de 4, les autres par le personnel des batteries de 12. On arrive ainsi, en

[1] Voir le 1er paragraphe (*Personnel des batteries*).

définitive, à la composition suivante pour l'artillerie de l'armée :

Tableau du personnel d'artillerie nécessaire pour une armée composée de trois corps d'armée d'infanterie et d'un corps d'armée de cavalerie.

1° États-majors.

DÉSIGNATION des ÉTATS-MAJORS.	GÉNÉRAUX de division.	GÉNÉRAUX de brigade.	COLONELS.	Lieutenants-Colonels.	Chefs d'escadron.	CAPITAINES (1).	LIEUTENANTS et Sous-Lieutenants.	GARDES.	SECRÉTAIRES.
État-major général de l'artillerie de l'armée..	1	»	1	»	1	4	»	2	3
États-maj. d'artill. des corps d'armée d'infant.	»	3	»	3	»	9	»	3	6
État-major d'artill. du corps d'armée de caval.	»	»	1	»	1	1	»	1	2
États-majors d'artill. des divisions d'infanterie.	»	»	»	9	18	27	»	»	27
États-majors d'artill. des divisions de cavalerie	»	»	»	»	5	5	»	»	5
Ét.-maj. des réserves d'art. des c. d'armée d'inf.	»	»	3	»	12	15	»	»	15
Ét.-maj. de la rés. d'art. du c. d'armée de cav.	»	»	»	»	1	1	»	»	1
État-major de la réserve générale de l'artillerie	»	1	1	2	5	5	»	1	9
	1	4	6	14	43	67	»	7	68

2° Troupes.

DÉSIGNATION DES BATTERIES.	NOMBRE des batteries.	CAPITAINES en 1er.	CAPITAINES en 2e.	LIEUTENANTS en 1er.	LIEUTENANTS en 2e ou Sous-Lieutenants (2).	HOMMES de troupe.	CHEVAUX de troupe selle	CHEVAUX de troupe trait.
Batteries montées de 4 ou de 5....	36	36	36	36	72	5328	936	3024
Batteries montées de canons à ball.	6	6	6	6	12	888	156	504
Batteries montées de 7 ou de 12...	18	18	18	18	36	3474	468	2376
Batteries à cheval.....	20	20	20	20	40	3100	1680	1680
Batteries à cheval de canon à ball.	3	3	3	3	6	465	252	252
TOTAUX.....	83	83	83	83	166	13255(3)	3492	7836
							11328	

En totalisant les chiffres précédents pour les quatre armées, on arrive au résultat suivant :

(1) Les capitaines adjoints portés au tableau précédent doivent être pris parmi les capitaines en second des batteries ou tirés des officiers auxiliaires.

(2) Le 3e lieutenant de chaque batterie doit être tiré des officiers auxiliaires au moment de la mobilisation.

(3) Ce chiffre doit être augmenté de l'effectif des trois compagnies du train (fractionnées chacune en trois détachements) qui attèlent les *parcs divisionnaires*.

pagnies du train nécessaires dépend de celui des voitures dont se compose le parc : chaque compagnie comprenant d'ailleurs 130 à 150 hommes et 230 ou 250 chevaux. En cas de dédoublement, le capitaine en 1er et le lieutenant en 1er commandent la compagnie principale, et la compagnie *bis* passe sous les ordres du capitaine en 2e aidé du lieutenant en 2e. Les compagnies n'ont pas de capitaine en 2e lorsqu'elles ne doivent pas être dédoublées.

9. MATÉRIEL ET PERSONNEL NÉCESSAIRES POUR UN PARC DE CORPS D'ARMÉE DE CAVALERIE (1).

Approvisionnements en munitions de tous genres; voitures auxiliaires. — Le parc d'un corps d'armée de cavalerie doit transporter 100 coups par bouche à feu ordinaire, 250 coups par canon à balles, 20 cartouches par homme; il doit comprendre en outre :

1 chariot de batterie pour 100 chevaux;
1 forge de ferrage pour 250 chevaux;
1 forge outillée pour les réparations légères;
1 affût de rechange pour 6 pièces;
3 ou 4 chariots de parc.

Personnel de l'état-major. — L'état-major d'artillerie d'un parc de corps d'armée de cavalerie se compose de :

1 chef d'escadron, directeur;
1 capitaine adjoint;
1 garde;
1 chef artificier.

Détachement d'artillerie à pied. — Un détachement d'artillerie à pied d'un effectif à très-peu près égal aux trois quarts d'une compagnie paraît suffisant.

Armuriers, ouvriers et artificiers. — Il est inutile d'attacher des armuriers aux parcs de cavalerie, mais on leur donnera deux détachements d'ouvriers et d'artificiers, de 5 à 6 hommes chacun.

(1) Suivant plusieurs officiers, les corps de cavalerie, dans les circonstances ordinaires doivent tirer leurs réapprovisionnements de la réserve générale d'artillerie, et il y a lieu de leur attacher des parcs que dans certains cas particuliers.

Compagnies du train d'artillerie. — Les compagnies du train ont l'effectif indiqué précédemment, 150 hommes et 250 chevaux : leur nombre est en rapport avec celui des voitures dont se compose le parc.

10. MATÉRIEL ET PERSONNEL NÉCESSAIRES POUR UN PARC GÉNÉRAL DE CAMPAGNE.

Munitions d'artillerie. — Les ressources du grand parc doivent élever à 400 coups par pièce l'approvisionnement total des bouches à feu de l'armée.

Munitions d'infanterie. — La partie mobile du grand parc transporte 35 cartouches par homme d'infanterie, au lieu de 20, chiffre admis en 1867.

L'approvisionnement des autres armes, cavalerie, génie, etc., n'a pas été l'objet d'une indication bien précise.

Nombre et espèce des voitures dont se compose le parc général de campagne. — Les proportions des rechanges et le nombre des voitures auxiliaires se déterminent en prenant pour base les indications de l'*Aide-Mémoire;* seulement, on ajoute trois nouveaux chariots de parc chargés, les deux premiers d'outils de pionniers et le troisième de sacs à terre.

Personnel de l'état-major. — L'état-major du parc général de campagne comprend :

1 général de brigade, directeur;
1 capitaine, aide de camp;
1 lieutenant-colonel, sous-directeur;
3 chefs d'escadron;
4 capitaines adjoints;
7 gardes;
2 ouvriers d'État;
1 chef armurier;

et en outre :

1 lieutenant-colonel, inspecteur des troupes du train d'artillerie de l'armée;

1 chef d'escadron, commandant les troupes du train d'artillerie;

1 capitaine adjoint.

Batteries à pied. — Deux ou trois batteries à pied paraissent nécessaires pour suffire à tous les travaux qui s'exécutent au grand parc.

Compagnies d'ouvriers, d'artificiers et d'armuriers. — On attache au grand parc une compagnie d'ouvriers, une compagnie d'artificiers et un détachement d'armuriers d'un effectif égal au tiers d'une compagnie.

Compagnies du train d'artillerie. — Le nombre des compagnies du train, fixé d'après celui des voitures à atteler, est très-variable et souvent exagéré, plusieurs officiers s'étant, à dessein, bornés à examiner le cas où toutes les munitions et les rechanges devraient être sur roues.

(A suivre.)

NOTE

SUR LES EXPÉRIENCES RELATIVES AU CANON DE 7 EXÉCUTÉES PAR LA COMMISSION DE CALAIS.

Un programme en date du 13 novembre 1872 a prescrit à la Commission de Calais l'exécution d'une série d'expériences sur une batterie de 7 rayé de campagne, du système proposé par M. le lieutenant-colonel de Reffye. Le but de ces expériences était d'établir les tables de tir de la bouche à feu, et de signaler tous lès résultats d'observation qui seraient de nature à fournir des renseignements pratiques sur la valeur du canon, de ses munitions et du matériel. Nous allons résumer les principaux résultats du rapport de la Commission qui a été terminé le 15 mars 1873.

DESCRIPTION.

Le type primitif du canon de 7 a été construit aux ateliers de Meudon, et essayé au polygone de Versailles dans le mois de juin 1870. Les expériences ont été interrompues par la guerre ; mais elles avaient déjà permis de constater que la nouvelle pièce possédait une grande supériorité de tension de trajectoire et de justesse de tir sur les anciens canons de 4, de 8 et de 12, rayés de campagne. Ces premiers résultats décidèrent le gouvernement de la Défense nationale à faire construire, pendant la guerre même, un grand nombre de batteries de 7, soit à Paris, soit dans les départements non envahis. Le canon de 7 put ainsi subir l'épreuve du champ de bataille pendant les derniers mois de la lutte contre l'Allemagne, et au second siége de Paris.

Les observations recueillies pendant la guerre, et les expériences exécutées à Tarbes, ont décidé M. le lieutenant-colonel de Reffye à apporter diverses modifications au type primitif du canon de 7 ; c'est le modèle ainsi perfectionné qui a été expérimenté à Calais. Les caractères

distinctifs de ce système d'artillerie sont les suivants :

Bouche à feu. — Le canon est en bronze ; son diamètre d'alésage est de 85^{mm} ; sa longueur d'âme de $1^{m},875$. Il contient 14 rayures héliçoïdales, d'une profondeur de $1^{mm},5$ et du pas de $1^{m},80$, ou d'une inclinaison constante de $5^{o},44'$; ces rayures donnent la rotation de droite à gauche, en sens inverse de celle qui était jusqu'à présent en usage dans l'artillerie de terre. Le chargement se fait par la culasse, avec un système de fermeture à vis, une bague écrou en acier, et un volet à charnière ; lorsque la vis est retirée à fond elle se fixe au volet par un ressort automoteur. Le canal de lumière est percé obliquement dans la vis elle-même et donne l'inflammation centrale. Il est recouvert, quand la vis n'est pas poussée à fond, par un chapeau fixé au volet, qui empêche d'y introduire l'étoupille et qui fonctionne ainsi comme appareil de sûreté. Le canon ne comporte pas d'appareil d'obturation, parce que l'obturation est obtenue par le culot métallique de la cartouche. Mais le godet qui forme la tête de la vis de culasse fonctionne comme tire-cartouche. Il porte dans ce but trois hélices extractrices burinées dans sa partie droite, qui retirent la gargousse automatiquement quand, par l'effet du tir, le culot métallique s'est moulé dans ces hélices. Le pointage se fait à l'aide d'un guidon Broca et d'une hausse verticale à réglette horizontale mobile.

Projectile. — L'obus est cylindro-ogival, en fonte ; il est coulé en soutenant le noyau par les deux bouts, afin de mieux assurer la concentricité des parois, de sorte que le projectile venu de fonte porte au culot un trou que l'on bouche ensuite avec une vis. L'obus lesté au poids de guerre pèse $6^{k},900$; sa longueur sans fusée est de 258^{mm} (3 calibres). Il porte, au lieu d'un manchon continu de plomb, deux couronnes de même métal qui prennent l'empreinte des cloisons de l'âme et déterminent la rotation.

Poudre. — La poudre est de la poudre à canon ordinaire, comprimée à une densité de 1,615, en couronnes cylin-

driques dont le vide intérieur a 52^{mm} de diamètre. La charge normale est de $1^{k},130$ de poudre, répartie en cinq rondelles de $0^{k},226$ chacune.

Gargousse. — La gargousse est une des parties les plus caractéristiques du système, car elle produit en même temps l'obturation de la culasse et l'obturation du canal de lumière. Elle se compose du culot et de la douille. Le culot est en laiton de $0^{mm},9$ d'épaisseur, et obture la culasse par son expansion. Il porte un trou central par lequel les gaz de l'étoupille pénètrent dans une cuvette percée de quatre trous latéraux, qui leur donnent accès dans le vide intérieur de la charge. Cette cuvette s'aplatit par l'explosion, et bouche le trou central du culot, obturant ainsi le canal de la lumière. La douille est en fer blanc de $0^{mm},25$ d'épaisseur; sur le joint, qui n'est pas soudé, est placé intérieurement un couvre-joint de même métal. Sur le cylindre métallique ainsi formé, on colle quatre révolutions de papier à l'extérieur et trois à l'intérieur. Le culot et la douille sont reliés par un cylindre en carton-pâte. La gargousse contient, outre les cinq rondelles de poudre, une rondelle supérieure de graisse, destinée à lubréfier l'âme et à compléter l'obturation autour du projectile. Elle est fermée par un disque de carton serti.

Matériel. — Le matériel de la batterie envoyé à Calais a son affût en bois, avec flasques en bronze; il se rapproche, par ses dimensions principales, de l'ancien matériel de 12; les coffres, du modèle 1840, sont compartimentés pour recevoir 28 coups chacun.

On a en outre reçu, comme échantillon, un affût en fer permettant de tirer sous les grands angles sans enterrer la crosse. Cet affût est monté sur un essieu et sur des roues de 12 de campagne. Ses flasques sont en bronze et se prolongent par des parties en fer, rivées sur le bronze, qui forment la flèche et la crosse. Le pointage se fait par un double système de vis, l'une sous la pièce, l'autre plus en arrière.

Zones dangereuses pour l'infanterie et pour la cavalerie.

PORTÉE.	LONGUEUR de la zone dangereuse.		PORTÉE.	LONGUEUR de la zone dangereuse.	
	Infanterie.	Cavalerie.		Infanterie.	Cavalerie.
mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
200	200	200	3200	8,1	11,3
400	400	400	3400	7,4	10,3
600	69	96	3600	6,7	9,3
800	47	66	3800	6,1	8,4
1000	36	50	4000	5,5	7,6
1200	29	40	4200	4,9	6,8
1400	24	33	4400	4,4	6,2
1600	20	28	4600	4,0	5,5
1800	17	24	4800	3,5	5,0
2000	15	21	5000	3,0	4,3
2200	13	19	5200	2,7	3,8
2400	12	17	5400	2,4	3,3
2600	11	15	5600	2,1	2,9
2800	10	14	5800	1,8	2,5
3000	9	12,5	6000	1,5	2,1

Pour apprécier à leur juste valeur les nombres qui figurent dans ces tableaux, il est nécessaire d'entrer dans quelques explications.

D'abord, pour le tableau des zones dangereuses, les longueurs de zone ont été calculées en ne tenant compte que de la branche descendante de la trajectoire. Il n'y a pas lieu en effet de faire intervenir la branche remontante de la trajectoire après le ricochet. Car l'obus de 7 devant être armé d'une fusée percutante, la zone dangereuse au delà du point de chute est battue par les éclats, et non par le projectile lui-même.

De plus, les nombres contenus dans le tableau des éléments du tir, et dans celui de la justesse du tir, ont été obtenus en éliminant les coups anormaux, et en supposant une atmosphère parfaitement calme. Il faut donc préciser l'influence de chacune de ces deux causes de perturbation.

Coups anormaux. — La Commission a considéré comme coups anormaux ceux dont la distance au point moyen, déterminé par l'ensemble du tir, était supérieure à 4

fois l'écart probable, ou à 3,38 fois l'écart moyen calculé sur la totalité des coups. Les coups anormaux, ainsi définis, ont été trouvés dans une proportion un peu moindre que 2 pour 100, parmi lesquels la moitié environ doit être attribuée à l'arrachement partiel des couronnes de plomb. Il est probable qu'on se débarrassera de ces accidents par une surveillance plus attentive de l'opération du plombage. Il reste donc une proportion de moins de 1 pour 100 de coups anormaux dont on n'a pas pu découvrir la cause, et sur lesquels on a seulement recueilli les observations suivantes : Tous ces coups anormaux sont trop courts; ils sont à peu près également répartis suivant les pièces, mais inégalement répartis suivant les angles de tir, leur nombre augmentant sous les angles de 25° et 30°. Les 125 coups par lesquels on a déterminé la vitesse initiale n'ayant pas donné un seul coup anormal, il ne semble pas que l'on doive attribuer les coups anormaux à la charge ni à la gargousse.

Influence du vent. — Quant à l'influence de l'agitation de l'atmosphère, elle est très-grande sur les portées et les dérivations de l'obus de 7. Un fort vent latéral de droite ou de gauche peut doubler la dérivation, ou la rendre nulle et même la faire changer de signe. Un vent moyen arrière ou debout change aisément la portée de $\frac{1}{20}$ de sa valeur. Nous en donnerons un exemple extrême en citant ce fait qu'un tir, exécuté sous l'angle de 16°43′ par un vent debout de 20 mètres de vitesse a donné 4 100 mètres de portée moyenne, tandis que la portée normale est de 4 600 mètres.

La portée extrême de l'obus de 7 paraît être de 6 390 mètres et correspondre à un angle compris entre 35° et 40°. Mais ce que l'on vient de dire de l'influence du vent fait apprécier combien cette portée extrême théorique peut être modifiée, en plus ou en moins, par les circonstances atmosphériques.

Comparaison avec certains canons étrangers. — On peut, à

l'aide des tableaux précédents, comparer la valeur balistique du canon de 7 avec celle de diverses bouches à feu étrangères :

Comparé aux canons prussiens de 4 et de 6, en prenant pour base les nombres trouvés pour ces deux bouches à feu par la Commission de Gâvre, le canon de 7 a l'avantage d'une tension de trajectoire beaucoup plus grande. Il a un peu moins de justesse en direction, mais beaucoup plus de justesse en hauteur que chacun des deux canons prussiens.

Comparé au canon anglais de 9 livres de Woolwich, en prenant pour base les nombres trouvés pour cette bouche à feu par la Commission de Bourges, le canon de 7 a d'abord une trajectoire un peu moins tendue, parce que son obus a une vitesse initiale inférieure de 34 mètres à celle de l'obus anglais. Mais il reprend l'avantage de la tension de trajectoire pour les portées supérieures à 2 500 mètres. Comme justesse, le canon de 7 est sensiblement plus juste en direction, et un peu plus juste en hauteur que le canon de 9 livres de Woolwich.

Ricochets. — Le détail des ricochets observés aux différentes distances, sur la plage de Calais, est le suivant :

A 1 000 mètres, tous les obus ricochent, et ont un deuxième point de chute situé à 2 500 mètres environ, et à 40 mètres à gauche de la ligne. Tous les obus ricochent encore après ce premier bond, et ont un troisième point de chute situé à environ 3 500 mètres de distance et à 125 mètres à gauche de la ligne de tir ; la plupart des obus restent alors dans leur entonnoir ; mais quelques-uns ricochent encore, et ont un quatrième point de chute situé vers 4 200 mètres.

A 1 500 mètres, tous les obus ricochent, et ont un deuxième point de chute, situé vers 3 100 mètres et à 130 mètres à gauche de la ligne. Après ce premier bond, tous les obus ricochent encore, et ont un troisième et dernier point de chute à 3 700 mètres.

A 2 500 mètres, tous les obus ricochent, en faisant un bond de 100 mètres environ de hauteur au-dessus du sol, et ont un deuxième point de chute vers 3 700 mètres. Quelques obus seulement s'arrêtent à ce point; la plupart sortent de leur entonnoir, et vont retomber à 50 mètres plus loin.

A 3 000 mètres, tous les obus ricochent, et ont un deuxième point de chute vers 3 800 mètres. La plupart des projectiles restent alors dans leur entonnoir; quelques-uns en ressortent et vont tomber à une trentaine de mètres plus loin.

A 3 500 mètres, presque tous les obus ricochent; trois ou quatre sur 100 seulement restent dans leur trou.

A 4 000 mètres, la plupart des obus ne ricochent pas; quelques-uns cependant sortent de leur entonnoir, et vont retomber plus loin, à des distances qui varient de 30 mètres à 300 mètres.

A 5 000 mètres, presque tous les obus restent dans leur entonnoir; quelques-uns cependant font encore un bond d'environ 100 mètres.

Épreuves de transport. — On a fait subir à deux avant-trains chargés des épreuves de transport; ils ont parcouru 240 kilomètres exécutés moitié au pas, moitié au trot. Le matériel a subi d'assez nombreuses avaries; mais les gargousses et les projectiles ont bien résisté. Quoique des rondelles de poudre se soient brisées dans quelques gargousses, les résultats du tir exécuté avec ces munitions ont été exactement les mêmes que celui du tir exécuté comparativement avec des munitions neuves.

Tir rapide et continu. — Pour voir si les bouches à feu pouvaient supporter un tir prolongé et rapide, on a tiré d'abord avec chaque pièce 115 coups, puis avec une pièce 240 coups de suite. Les vitesses initiales mesurées avant et après le tir ont été trouvées sensiblement les mêmes; la portée et la justesse de chaque canon n'ont pas varié pendant le tir. La manœuvre de la vis de culasse s'est

toujours faite avec facilité; le canon, très-chaud à la bouche ne s'est pas échauffé d'une manière gênante à la culasse, grâce à la gargousse métallique et à son enveloppe non conductrice en papier.

Tir à charges réduites. — On a exécuté le tir à charges réduites en ne laissant successivement que quatre, trois, deux rondelles, et enfin une seule rondelle. Les vitesses initiales obtenues et les rendements correspondants du canon se trouvent dans le tableau suivant.

NOMBRE de rondelles.	POIDS de la charge.	VITESSE initiale.	RENDEMENT du canon.
5	$1^k,130$	390,3	0,180
4	$0^k,904$	338,5	0,169
3	$0^k,678$	284,6	0,160
2	$0^k,452$	220,6	0,144
1	$0^k,226$	144,3	0,128

Pour le tir à quatre, trois et deux rondelles, la régularité des vitesses initiales et des écarts initiaux reste sensiblement la même que pour le tir à cinq rondelles. Mais, quand on arrive à ne tirer qu'avec une seule rondelle, les traces laissées par les obus dans l'écran en carton ne sont plus nettes; le carton est déchiqueté et arraché sur les bords de l'empreinte. De plus, les culots métalliques des gargousses ne se forcent plus dans les cannelures du tire-cartouche, et les étuis ne sont généralement plus ramenés en arrière par la vis de culasse.

Dans le courant des expériences, M. le lieutenant-colonel de Reffye a proposé deux modifications à la cartouche:

Tir à cartouches renforcées. — L'une a consisté à remplacer une partie de la graisse par une rondelle additionnelle de 100 grammes de poudre, qui portait ainsi le poids de cette cartouche renforcée à $1^k,230$ de poudre comprimée. L'emploi des cartouches renforcées a augmenté la vitesse

initiale de 24 mètres, et le rendement du canon de 0,007. Il en est résulté une augmentation de portée variable avec la distance. Cette augmentation de portée paraît atteindre son maximum vers 3 000 mètres, et être alors d'environ 130 mètres; mais elle devient insignifiante ou nulle pour les grands angles de tir. La régularité du tir a été la même pour les deux sortes de cartouches, aux portées petites et moyennes. Mais, aux grandes portées, le tir a été beaucoup moins régulier avec les cartouches renforcées. D'ailleurs le tir avec ces dernières a mis une culasse hors de service en 50 coups, en ouvrant le fond du godet tire-cartouche. De plus, la mesure des pressions intérieures dans l'âme a montré que l'emploi des cartouches renforcées donnait une pression maximum à peu près double de celle des gargousses ordinaires (1 663 atmosphères au lieu de 706).

Culots à épaisseur réduite. — La seconde modification consistait à essayer, par économie, l'emploi de culots métalliques à épaisseur réduite, de $0^{mm},7$ au lieu de $0^{mm},9$. L'emploi de ces nouveaux culots n'a pas donné de bons résultats; ils se fendent dans la proportion de 14 pour 100 et donnent alors passage à de légères fuites de gaz; de plus, leur expansion trop grande dans le godet rend la manœuvre de la vis difficile; il faut fréquemment employer le levier à crochet, et souvent même il est nécessaire d'agir sur son extrémité à coups de maillet.

Tir d'obus chargés. — Le tir d'obus chargés en guerre, avec 300 grammes de poudre B, a été exécuté aux distances de 1 500 mètres, 2 500 mètres et 3 500 mètres. Les fusées étaient percutantes, et l'on a essayé comparativement la fusée Maucourant, la fusée Demarest et la fusée de Reffye. Les fusées Maucourant et Demarest étaient conformes aux modèles connus; seulement la fusée Maucourant ne contenait que le canal percutant et ne renfermait pas de canal fusant; la fusée Demarest avait son tampon en bois fixé au corps de fusée par quatre goupilles.

Quant à la fusée de Reffye, conforme aux tables de construction du 4 janvier 1873, elle se compose essentiellement : d'un corps de fusée, d'une masselotte formant percuteur, d'une tige avec un écrou rivé, et d'un bouchon détonant qui se visse au moment du tir ; la tige est fixée à la masselotte au moyen d'une goupille en plomb. La fusée étant placée sur l'obus, et le bouchon détonant vissé sur la fusée, le système fonctionne de la manière suivante : Au départ de l'obus, la goupille de plomb est coupée par la force d'inertie de la tige et de son écrou ; ces deux pièces tombent dans l'intérieur de l'obus, et la masselotte devient libre. Quand l'obus éprouve un ralentissement brusque par l'effet d'un choc, la masselotte, conservant sa vitesse de translation, va frapper l'amorce fulminante du bouchon. Le caractère distinctif de cette fusée consiste en ce que la transmission du feu n'est pas immédiate entre l'amorce fulminante et la charge intérieure de l'obus. Dans le but de retarder l'explosion, on a interposé dans la masselotte un canal contenant un peu de poudre tassée qui agit comme canal fusant entre l'amorce fulminante et la charge intérieure.

Nous mentionnerons deux particularités relatives au placement des fusées. L'œil de l'obus de 7 est taraudé dans le même sens que les anciens projectiles de 4, de 8 et de 12. Mais la bouche à feu étant rayée en sens inverse, s'il se produit un mouvement relatif de l'obus sur sa fusée, par suite des chocs subis au départ et au point de chute, ce mouvement relatif doit être inverse de celui qui se produisait autrefois. M. le lieutenant-colonel de Reffye a adopté cette disposition dans le but d'empêcher la rupture des fusées par un serrage trop énergique au départ, et leur dévissage spontané au point de chute.

Les fusées Maucourant et de Reffye se vissent sans difficulté dans l'œil des obus ; mais pour visser les fusées Demarest, on éprouve une résistance considérable qui détermine, une fois sur trois environ, la rupture de l'œil

de l'obus. Cet accident peut être attribué à ce que la fusée Demarest a ses filets arrondis au saillant; mais ce résultat n'en semble pas moins indiquer que la résistance de l'obus de 7 est insuffisante autour de l'œil.

Au point de vue de leur fonctionnement, les trois espèces de fusées se sont comportées de la façon suivante. Sur les 60 coups tirés avec chacune d'elles :

La fusée Maucourant a eu 59 éclatements au premier point de chute et un éclatement au deuxième point de chute.

La fusée Demarest a eu 1 éclatement dans l'âme qui a fortement endommagé la pièce, 2 éclatements au sortir de la bouche du canon, 44 éclatements au premier point de chute, 11 éclatements au deuxième point de chute, 2 ratés complets de fusée.

La fusée de Reffye a eu 52 éclatements au premier point de chute, 1 éclatement au deuxième point de chute, 7 ratés complets de fusée. Mais les éclatements au premier point de chute se produisent à des distances de ce point qui varient dans des limites très-étendues, depuis 0 mètre jusqu'à 120 mètres, et à des hauteurs du sol très-variables aussi, de 0 mètre à 15 mètres; le fonctionnement du canal fusant est donc très-irrégulier.

Il résulte donc de ce tir que la fusée Demarest, avec quatre goupilles, ne présente pas des garanties suffisantes contre les éclatements prématurés; l'éclatement ne se produit généralement pas au premier point de chute pour des portées inférieures à 2000 mètres; enfin le vissage de cette fusée dans l'œil de l'obus donne lieu à de fréquentes ruptures du projectile.

La fusée de Reffye fournit une proportion trop grande de ratés; le canal fusant qu'elle contient, et qui a pour but de retarder l'explosion, donne des résultats très-irréguliers.

Parmi les fusées essayées, la fusée Maucourant seule, employée comme fusée percutante, a donné des résultats

entièrement satisfaisants. Les effets d'éclatement sont d'ailleurs bons et seraient très-meurtriers, dans la limite des portées où le tir a été exécuté, pour une troupe qui y resterait exposée.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Pour formuler ses appréciations sur le canon de 7, la Commission s'est placée à un point de vue qui n'est pas purement expérimental, et sur lequel il n'est pas inutile de donner quelques explications. On a déjà vu, par le court historique placé en tête de cette Note, que le canon de 7 n'est pas une bouche à feu nouvelle, faisant pour la première fois son apparition dans les polygones comme échantillon. C'est un canon qui est déjà en service ; car il en existe environ 2 000, fabriqués pendant la guerre, qui peuvent être ramenés à un type uniforme, à peu de frais et en peu de temps, dans les ateliers de Tarbes. Après les pertes considérables de matériel d'artillerie que la France a subies pendant la guerre de 1870-71, il n'est pas indifférent de pouvoir utiliser immédiatement, et sans grandes dépenses, 2 000 bouches à feu qui, comme on vient de le voir, possèdent des qualités balistiques très-supérieures à celles de nos anciens canons de campagne, et au moins équivalentes à celles des meilleures pièces étrangères. Il est vrai que l'on étudie en ce moment, tant en France qu'à l'étranger, bien des systèmes divers, dont quelques-uns semblent promettre des effets plus puissants que ceux des bouches à feu actuellement en service dans les diverses puissances. Mais, pour réaliser ces effets, il faudra probablement recourir à l'emploi de l'acier comme métal à canon, et à la fabrication de poudres spéciales à forte densité. Il y a donc là, sans parler de beaucoup d'autres détails accessoires et cependant importants, deux questions industrielles de premier ordre; dont la solution théorique paraît admise en principe, mais dont la solution pratique ne peut et ne doit pas être précipitée. Pendant que les

études relatives à ces questions se poursuivent, il est prudent de combler les vides faits dans notre matériel d'artillerie avec une bouche à feu toute fabriquée et qui utilise d'ailleurs l'ancien métal à canon et l'ancienne poudre de guerre dont nous possédons encore des approvisionnements considérables. En d'autres termes, si le canon de 7 n'est pas le canon de l'avenir, question à laquelle l'avenir seul répondra, il peut être considéré comme le canon du présent, d'abord parce qu'il faut un canon du présent, puis parce que celui-là existe déjà de fait, et soutient d'ailleurs la comparaison avec les meilleurs canons présentement en service à l'étranger. C'est en se plaçant à ce point de vue que la Commission s'est montrée défavorable à l'adoption du canon de 4 proposé par M. le lieutenant-colonel de Reffye qui constituait une pièce entièrement nouvelle, tandis qu'elle a formulé sur le canon de 7 les conclusions suivantes :

Le canon de 7, tel qu'il a été présenté à la Commission de Calais, constitue un système de canon de campagne complet, qui peut soutenir la comparaison avec les meilleurs canons actuellement en service à l'étranger. Puisqu'il existe un nombre considérable de ces bouches à feu fabriquées pendant la guerre, la Commission pense qu'on peut adopter ce système d'artillerie de campagne comme armement provisoire, en y apportant quelques améliorations de détail qui sont indiquées dans le courant du rapport. Ainsi, il ne faut pas chercher à augmenter la charge, ni à diminuer les épaisseurs du culot de la gargousse. Mais il sera bon de faire les modifications suivantes :

Augmenter la résistance de l'obus autour de l'œil ;

Perfectionner les procédés de plombage pour supprimer complétement l'arrachement des couronnes ;

Augmenter le diamètre du trou central du culot de la gargousse pour éviter les ratés de charge ;

Vérifier soigneusement, dans le même but, si ces trous se trouvent bien dans l'axe du cylindre de la gargousse ;

Construire les hausses en métal plus résistant;

Augmenter la longueur des deux branches horizontales de la hausse qui servent à corriger la déviation latérale;

Donner plus de force à la vis de pression de la hausse, pour empêcher cette dernière de descendre dans son canal par l'effet du tir;

Modifier le ressort automoteur de la portière, pour empêcher son grippement sur le plan incliné sur lequel il glisse.

Quant au matériel en bois destiné au canon de 7, la batterie envoyée à Calais ne présente ni comme qualité des bois et des ferrures, ni comme ajustement des diverses pièces, des garanties suffisantes de solidité et de durée. Ce matériel, confectionné il est vrai pendant la guerre, serait dans son état actuel incapable de supporter les fatigues d'une campagne. Il a besoin d'être examiné et remanié dans les arsenaux.

L'affût en tôle, arrivé longtemps après le début des expériences, n'a été éprouvé que par un nombre de coups trop faibles pour qu'on puisse en tirer des conclusions certaines. Il paraît cependant se comporter bien dans le tir, sauf la vis de pointage placée sous la culasse; la résistance de cette vis est insuffisante.

Le chef d'escadron,
Membre de la Commission d'expériences de Calais,
A. Mercier.

NOTE

RELATIVE A DES EXPÉRIENCES SUR L'INFLUENCE DE LA PRÉPONDÉRANCE DE CULASSE AU POINT DE VUE DE LA JUSTESSE DU TIR, EXÉCUTÉES PAR LA COMMISSION DE BOURGES.

La Commission d'expériences de Bourges a étudié, conformément aux instructions contenues dans une lettre de M. le général Président du Comité de l'artillerie en date

du 26 novembre 1872, l'influence de la prépondérance de culasse sur la justesse du tir.

Les expériences ont porté sur un canon de 4 de campagne, un canon de 12 de campagne et un canon de 12 de siége. Il a été tiré, sous chacun des angles de 3, 10 et 25 degrés, quarante-cinq coups par pièce dans les conditions suivantes : — 15 coups à la manière ordinaire, les culasses reposant sur les vis de pointage : — 15 coups sans vis de pointage, les pièces mises en équilibre sur leurs tourillons au moyen de masses de plomb fixées autour de l'astragale par des colliers en fer : — enfin 15 coups sans vis de pointage et sans contre-poids, les pièces maintenues dans leur position de tir par un serrage exercé sur les tourillons au moyen de feuilles de cuivre interposées entre eux et les sous-bandes. Des clavettes doubles en forme de coins permettaient de graduer le serrage.

1. Pièces équilibrées au moyen de contre-poids. — Les pièces équilibrées au moyen de contre-poids exécutent à chaque coup un mouvement d'oscillation. La culasse s'abaisse d'abord jusque sur la vis de pointage distante de 12 à 15 centimètres, puis se relève par suite du choc et la pièce reste dans une position inclinée de l'arrière à l'avant.

Les portées des pièces équilibrées sur leurs tourillons ont été un peu inférieures à celles du tir réglementaire. La moyenne des différences pour tous les calibres et pour tous les angles est de 22 mètres. La vitesse initiale du projectile ne paraissant pas devoir être influencée par l'absence de prépondérance de culasse, il est rationnel d'attribuer cette diminution des portées à une diminution de l'angle de relèvement qui pourrait être évaluée approximativement à 8 ou 9 minutes.

Les justesses en portée et en direction ont paru un peu supérieures à celles du tir réglementaire. Ce résultat est fort incertain.

2. Pièces munies de freins embrassant les tourillons. — La culasse des pièces munies de freins descend assez vivement

à chaque coup jusque sur la vis de pointage baissée d'une quinzaine de centimètres.

Les portées de ces pièces ont été très-légèrement inférieures aux portées du tir réglementaire. La moyenne des différences est de 7 mètres seulement, ce qui correspondrait à une diminution de 2 ou 3 minutes sur l'angle de relèvement. Ce résultat présente une grande incertitude, car, entre deux séries de tir exécutées dans des conditions identiques, on observe fort souvent des différences de portées supérieures à 7 mètres.

La justesse en portée des pièces munies de freins a paru un peu inférieure à celle du tir réglementaire.

3. Résumé et conclusions. — En résumé, les expériences n'ont donné que des résultats fort peu accusés. La suppression de la prépondérance de culasse a paru légèrement favorable à la justesse du tir. L'adaptation de freins aux tourillons dans les conditions de l'expérience, c'est-à-dire sans vis de pointage, a paru diminuer un peu la justesse en portée. Ce dernier effet doit être attribué plutôt à la suppression de l'appareil de pointage qu'à l'existence des freins.

On peut admettre que la réunion de toutes ces conditions, suppression de la prépondérance, adaptation de freins ou d'une vis de pression aux tourillons et suppression de l'appareil de pointage, ne nuirait en rien à la justesse; mais, au point de vue pratique du service de campagne, une pareille combinaison semble inadmissible. Elle présente de graves inconvénients dont voici les principaux : — Le pointage ne s'obtient pas par un mouvement continu, il se fait par à-coup et exige des tâtonnements successifs. L'opération est longue et inexacte, et l'impatience peut altérer le sang-froid du pointeur. — Le pointage demande l'entente de deux servants, entente difficile à obtenir sous le feu ennemi. Sur le champ de bataille, le pointeur devrait seul donner l'angle de tir. — Il devient impossible de conserver l'angle de tir d'un coup à l'au-

tre. On se prive alors de la faculté, dans un moment critique ou au milieu de la fumée, de tirer plusieurs fois de suite sans pointer, ou bien en remontant seulement d'une fraction de tour la vis de pointage. — La vis de pression qui fixe l'angle une fois donné a pour effet de faire écarter les flasques et de déranger le pointage, surtout si la pièce est légère. — Si les flasques doivent donner entre eux passage à la culasse, il devient nécessaire d'assujettir la pièce pour la route, perte de temps dangereuse si la batterie quitte précipitamment sa position.

La Commission pense qu'avant tout il est nécessaire d'adapter à un affût de campagne un appareil de pointage rapide, à mouvement progressif, pouvant être manœuvré par un homme seul et conservant à peu près l'angle de tir d'un coup au suivant.

C'est dans ces conditions qu'il convient de discuter l'opportunité de la suppression de la prépondérance de culasse, et alors la Commission ne peut plus tirer de conclusions d'expériences exécutées dans des conditions différentes. Des expériences décisives ne pourront être faites que sur les premiers spécimens du matériel nouveau, pièces et affûts, munis de leurs appareils de pointage, pendant les essais préliminaires qui précéderont sans doute la fixation des tables de construction.

Néanmoins, en l'absence de résultats positifs, la façon dont se comportent, sur leurs affûts, — les pièces françaises équilibrées sur leurs tourillons sans appareil de pointage, — les pièces anglaises à prépondérance extrêmement faible avec appareil relié à la culasse,—les pièces Vavasseur à prépondérance extrêmement faible avec appareil non relié (affût de M. le commandant Louchard, direction de Douai), — les pièces suisses à prépondérance peu considérable avec appareil non relié, — conduit la Commission à penser que la réduction de la prépondérance de culasse au minimum nécessaire à la stabilité de la pièce pendant le tir ou pendant la route et l'emploi

d'un appareil de pointage non relié à la culasse seraient avantageux au point de vue de la manœuvre sans présenter d'inconvénient au point de vue balistique.

La prépondérance pourrait même être réduite à rien ou à presque rien si la culasse devait être reliée à l'appareil de pointage.

Le capitaine d'artillerie,
Membre de la Commission d'expériences de Bourges,
M. D'ESPINAY.

NOTE

RELATIVE AUX EXPÉRIENCES EXÉCUTÉES A BOURGES SUR UN CANON DE 24 RAYÉ DE PLACE, MODIFIÉ POUR LE TIR SUR AFFUT DE 24 RAYÉ DE SIÉGE.

En vertu d'une dépêche ministérielle du 13 décembre 1872, la fonderie de Bourges a exécuté sur un canon de 24 rayé de place une modification ayant pour objet de permettre le tir sur l'affût de 24 rayé de siége. Des manchons en fer ont été placés excentriquement sur les tourillons en bronze et figurent à très-peu près, comme forme et comme dimensions, les tourillons de la pièce de 24 de siége. Leur axe est exactement sur l'axe de la pièce et leur position est déterminée de façon à réduire autant que possible la prépondérance de culasse.

Les blocs qui ont servi à fabriquer les manchons ont été fournis par l'industrie. Les manchons ont été achevés et posés à la fonderie ; leur ajustage est difficile à cause de la complication des surfaces de contact avec les tourillons et avec le renfort de la pièce. La transformation de la pièce est longue et revient à un prix élevé.

Le canon de 24 de place modifié, livré à la Commission d'expériences pour subir l'épreuve du tir, a été placé sur affût de 24 de siége et a supporté 80 coups à la charge de $2^k,500$ et 20 coups à la charge de $3^k,000$.

Dès les premiers coups, la tranche de l'un des manchons

en fer a fait saillie de deux ou trois dixièmes de millimètre sur la tranche du tourillon en bronze. Cet effet n'ayant plus augmenté jusqu'à la fin du tir a paru devoir être attribué au retour des molécules à leur équilibre primitif momentanément modifié par l'effet de la presse hydraulique pendant la pose des manchons.

La pièce se comporte très-bien sur son affût pendant le tir. A chaque coup, le bouton de culasse s'abaisse de 10^{mm} à 15^{mm}; ce mouvement est presque insensible à la vue. (La pièce modifiée a $28^{k},5$ de prépondérance à la culasse.)

La manœuvre au point de vue de l'effort à faire et du temps nécessaire est à très-peu près la même qu'au canon de 24 de siége. Le pointage n'est pas extrêmement commode; la pièce oscille et cède par à-coup; la limite supérieure de l'angle de tir est de 32°. Le canon modifié fatigue moins son affût que le canon de 24 de siége. Il donne des reculs plus faibles.

En définitive, en laissant de côté la question du prix de revient, les résultats des épreuves ont été favorables à la modification proposée.

Le capitaine d'artillerie,
Membre de la Commission d'expériences de Bourges,
M. D'ESPINAY.

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Création d'une École d'artillerie à Orléans. — A la date du 8 avril 1873, le Président de la République a rendu un décret portant création d'une École d'artillerie à Orléans.

Emploi de la dynamite pour le chargement des projectiles creux. — De nouvelles expériences ont été faites à Calais, en mars 1873, avec des projectiles creux chargés de dynamite. Trente coups ont été tirés dans une pièce de 7 hors de service et avec une vitesse initiale d'environ 400 mètres : aucun éclatement n'a eu lieu dans l'âme. La dynamite employée avait été fabriquée par M. *Ibos*.

Sur la proposition du Président du comité de l'artillerie, le Ministre de la guerre a autorisé la continuation de ces expériences qui paraissent offrir un sérieux intérêt; — la commission de Calais s'efforcera notamment de déterminer la limite des vitesses initiales qu'on peut donner sans danger à des projectiles chargés de dynamite Ibos.

Adoption d'un nouveau modèle de boîtes pour les cartouches à balle modèle 1866. — A la suite de plaintes formulées par les corps de troupes au sujet des boîtes pour cartouches à balle modèle 1866, jusqu'ici réglementaires, le Ministre de la guerre a décidé, à la date du 12 février 1873, l'adoption d'un nouveau modèle. On reprochait aux boîtes en service, dès qu'elles avaient été ouvertes sur le terrain d'exercice ou sur le champ de bataille, de ne plus pouvoir être refermées par le soldat qui souvent n'avait utilisé qu'une partie de leur contenu. Il en résultait que les cartouches restantes étaient exposées à se détériorer ou à se perdre.

Le nouveau modèle présente toutes les garanties de solidité désirables et n'offre pas les mêmes inconvénients

que la boîte en service ; il a été adopté à la suite d'études faites à Vincennes et à la poudrerie du Bouchet.

Une instruction détaillée, relative à la construction des boîtes nouveau modèle et à l'empaquetage des cartouches avec ces boîtes, a été approuvée par le Ministre à la date du 12 février dernier.

Démolition des cartouches d'infanterie modèle 1866. — A la suite d'un accident survenu le 7 mars 1873 au Mont-Valérien et causé par l'imprudence d'un travailleur, de nouvelles prescriptions relatives à la démolition des cartouches modèle 1866 ont été arrêtées par le Ministre. L'instruction du 27 avril 1869, jusque-là en vigueur, a été annulée et remplacée par une instruction provisoire, rédigée par les soins du président du Comité et revêtue de l'approbation ministérielle à la date du 25 mars dernier.

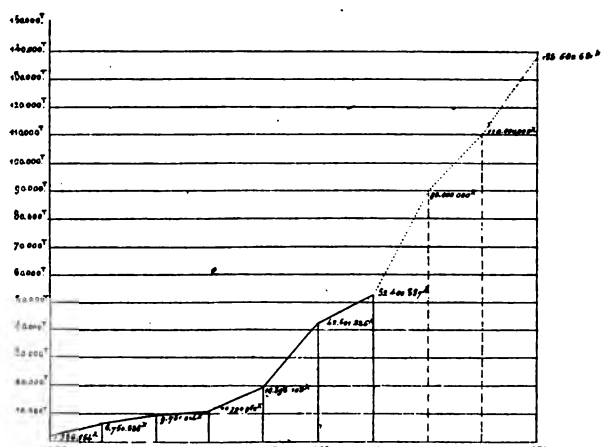
L'*Instruction provisoire, relative à la démolition des cartouches d'infanterie modèle 1866 et à l'extraction du salpêtre de la poudre provenant de la démolition*, est divisée en trois chapitres ; 1° cas où le nombre des cartouches à démolir est égal ou inférieur à cent mille et où l'on renonce à recueillir le salpêtre ; 2° cas où le nombre des cartouches est supérieur à cent mille et où l'on procède à l'extraction du salpêtre ; 3° extraction du salpêtre de la poudre de démolition.

Les cartouches ne seront à l'avenir démolies qu'après une immersion de 24 heures, qui suffit pour transformer entièrement la poudre en pâte liquide ; la masse est alors agitée doucement, de manière à détacher les culots et à dégorger les cartouches. Les étuis, gazes de soie, rondelles, etc., sont ensuite enlevés pour être définitivement noyés, et l'on ne recueille que les balles et les capsules, celles-ci devant être démolies à part par petits groupes de 12 à 15, dans un récipient métallique clos.

Cette instruction a été autographiée au Dépôt central de l'artillerie, et envoyée à tous les établissements de l'arme.

Adoption du Dubbing pour l'entretien du harnachement. — A la suite d'expériences exécutées dans divers corps et établissements de l'artillerie et des équipages militaires, le Ministre de la guerre, sur la proposition du Comité de l'artillerie, a décidé, le 11 avril dernier, l'adoption de la composition anglaise appelée *Dubbing*, pour l'entretien du harnachement en magasin et en service dans l'armée française. Le Comité de l'artillerie est chargé de préparer une Instruction destinée à porter cette décision à la connaissance de tous les corps et de tous les services intéressés, et à leur donner tous les renseignements nécessaires sur la préparation du dubbing, son mode d'emploi, etc.

Production de l'acier en France pendant les dix dernières années. — Le *Bulletin du Comité des Forges de France* donne, dans son numéro du 15 mars dernier, des renseignements intéressants sur la production de l'acier en France dans les dix dernières années. Pendant l'année 1863, la production n'a été que de 1856654 kil.; en 1872, elle s'est élevée à 138 552 581 kil. Un tableau graphique, qu'on a



reproduit ici, permet de se rendre compte, d'un seul coup d'œil, du développement de cette fabrication. En ce qui

concerne les années 1870 et 1871, on n'a de renseignements exacts que sur les chiffres du premier semestre 1870 et du deuxième semestre 1871; ils s'élèvent respectivement à 44 418 698 kil. et à 26 531 536 kil. Sans les événements survenus à cette époque, la production de 1870 atteignait certainement 90 000 000 kil. Quant à 1871, le double du chiffre correspondant aux six derniers mois ne donnerait qu'une très-faible idée de ce qu'aurait pu être celui de l'année entière, ce semestre ayant succédé à une période d'agitation qui empêche de considérer les résultats qu'il présente comme normaux. Il y a lieu de croire que la progression se serait soutenue jusqu'en 1872; la courbe représentative n'aurait pas changé sensiblement d'allure, et l'acier produit en 1871 aurait atteint à peu près 110 000 000 kil.

Canon Krupp de 30c 1/2. — Des expériences ont été exécutées à Essen, dans le courant de Février dernier, avec un canon en acier fretté de 30c 1/2, présenté par M. Krupp et destiné à l'armement des côtes. Les éléments principaux de ce canon sont les suivants :

Fermeture à coin cylindro-prismatique. Poids de la pièce (y compris l'appareil de fermeture)	36 600 kil.
Longueur totale	6m,700
Longueur de la partie rayée	4m,390
Longueur de la chambre (avec le cône de raccordement)	1m,324
Rayures. Nombre	72
Rayures. Largeur constante	8mm,8
Rayures. Profondeur	3mm,5
Rayures. Pas constant (71,1/2 calibres)	21m,79
Calibre entre les cloisons	305mm
— dans la chambre	315mm
Diamètre extérieur à l'emplacement du coin	980mm
— — de la chambre	1 320mm
— à la bouche	498mm
Poids de l'obus en acier (avec 7 kil. de charge explosive)	296 kil.
— de l'obus en fonte durcie (avec 3k,3 de charge explosive)	303 kil.
— de l'obus allongé, *Langgranate* (avec 14k,8 de charge explosive)	270 kil.
Charge maxima (poudre prismatique)	60 kil.

Ce canon est monté sur un affût du système Krupp avec frein hydraulique. L'affût proprement dit pèse 5 650 kil., le châssis 15 350 kil.; le poids total est de 21 000 kil.

La pièce, après un tir de 200 coups à la charge de 60 kil., n'a présenté aucune dégradation.

La vitesse, à 35 mètres de la bouche à feu, était de 460 mètres. La pression moyenne mesurée avec l'appareil Rodman s'élevait à 2 355 atmosphères. La plus grande de toutes les pressions constatées a été de 3 330 atmosphères, notablement inférieure à la limite d'élasticité de l'acier Krupp.

Amplitude maxima du recul	. . .	$1^m,50$
Vitesse maxima —	. . .	$4^m,20$
— moyenne —	. . .	$2^m,90$

L'angle de tir peut varier entre les limites de + 17° et — 6° 1/4.

(Extrait du *Marine-Verordnungs-Blatt.*)

NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES.

Mémorial de l'artillerie de la marine, Recueil de Mémoires, expériences et renseignements relatifs à l'artillerie navale et à la défense des côtes et des places du littoral. = 2e Série — Tome 1er.

Le *Mémorial de l'artillerie de la marine*, dont la publication avait été interrompue pendant plusieurs années, vient de reparaître. Bien que ce recueil soit plus particulièrement consacré à l'étude des questions relatives aux puissantes bouches à feu de la marine, les officiers d'artillerie de l'armée de terre y trouveront néanmoins des renseignements d'une très-grande utilité : il suffit, pour s'en assurer, de parcourir le premier fascicule, récemment distribué aux souscripteurs. Il contient des détails fort intéressants : 1° sur les recherches entreprises au sujet du tubage intérieur des bouches à feu ; 2° sur les expériences qui ont

précédé la création du système d'artillerie navale modèle 1870; 3° sur les résultats qu'a donnés l'essai fait en vue d'appliquer au canon de campagne le mode de fermeture de culasse en usage dans la marine. A ces considérations sur des sujets qui présentent actuellement une grande importance, on a joint l'exposé historique des premières études faites par le département de la marine pour la création d'un système d'artillerie rayée. Un chapitre réservé au matériel étranger contient la description sommaire des bouches à feu anglaises de gros calibre et le résumé des expériences exécutées en Angleterre par la Commission des substances explosives sur des poudres de diverses natures.

Deux Notes assez étendues terminent le volume. L'une d'elles, rédigée par M. le capitaine Sébert, reproduit les formules qui se présentent le plus fréquemment dans les questions d'artillerie; elle sera très-utilement consultée par les officiers membres des Commissions d'expériences. L'autre comprend la première partie d'un savant travail de M. le colonel Virgile sur la résistance des tubes élastiques, avec application à la construction des bouches à feu : des planches à grande échelle, exécutées avec soin, facilitent l'intelligence du texte.

La publication du *Mémorial de l'artillerie de la marine* met à la disposition des officiers un nouveau et précieux moyen d'instruction dont ils sauront tirer un parti avantageux pour leurs études [1].

Des soutiens d'artillerie. Entretien fait à la Réunion des officiers par M. Herbinger, capitaine adjudant-major au 101e de ligne. (Paris, Tanera).

Dans une conférence faite à la *Réunion des officiers*, M. le capitaine Herbinger a présenté des considérations

[1] Grâce à la libéralité de M. le Ministre de la marine, le *Mémorial* est envoyé aux trois Commissions d'expériences et aux principaux établissements de l'artillerie, dépôt central, écoles, manufactures d'armes, directions de Lyon, d'Alger, de Constantine, d'Oran, ainsi qu'à l'Ecole d'application.

intéressantes au sujet des soutiens d'artillerie. Après quelques réflexions sur les changements survenus dans la tactique [1], il examine les trois cas où une batterie fait partie de l'avant-garde, du gros de la colonne ou de la réserve, et il indique les dispositions à prendre pour en assurer la sécurité.

Les batteries d'avant-garde devant se porter rapidement, dès que la présence de l'ennemi est signalée, à leur place de combat qui peut être assez éloignée, seront accompagnées d'une escorte à cheval; on leur adjoindra d'ailleurs un détachement d'infanterie pour qu'elles puissent se maintenir, jusqu'à l'arrivée du gros de la colonne, dans les positions où elles se sont établies. Les batteries qui font partie du gros des forces se trouvent dans des conditions différentes; si le commandant en chef leur fait devancer les colonnes, c'est à la cavalerie divisionnaire qu'incombe le soin de les couvrir. Mais si le général juge à propos de ne pas les engager avant son infanterie, c'est par des dispositions d'ensemble prises, soit sur les flancs, soit en avant, qu'il doit chercher à assurer la sécurité des bouches à feu. Ce n'est plus une escorte, un soutien *immédiat* qu'il leur faut, c'est un appui général, un soutien *tactique*. Il en est de même pour les batteries de réserve.

Dans la deuxième partie de sa conférence, M. le capitaine Herbinger évalue la force de l'escorte destinée à soutenir une batterie d'avant-garde; il pense qu'un peloton de cavalerie et une compagnie d'infanterie suffiront à cette mission; il les adjoint à la batterie pour *la journée seulement* et n'admet point de *garde permanente*. Les compagnies d'infanterie devant toutes être commandées à tour de rôle

---

[1] Le capitaine Herbinger rappelle à ce propos le précepte bien connu du général de Moltke, recommandant, malgré leur mobilité, de déplacer le moins souvent possible les batteries rayées pendant le combat et de les laisser « le plus longtemps qu'on le pourra sur la position qu'elles ont choisie, car tout changement demande une nouvelle appréciation de distance..... Grâce à l'étendue de leur portée, *elles peuvent, si elles sont bien placées, agir du même point sur les différentes parties d'un champ de bataille*. Sans prendre la peine d'avancer de quelques centaines de mètre, il suffit d'augmenter la hausse. »

pour ce service, il importe qu'elles y soient quelquefois exercées.

Pendant le combat, la compagnie de soutien sera généralement fractionnée, ses tirailleurs gardant les flancs de la batterie, avec une petite réserve abritée autant que possible ; aucun détachement ne se tiendra ni en avant, ni en arrière des pièces. L'auteur reproduit en terminant quelques sages prescriptions du général de Brack au sujet de l'escorte de cavalerie destinée à la garde d'une batterie.

Du matériel et de la tactique de l'artillerie de campagne à propos des manœuvres d'automne de l'armée anglaise en 1872. Entretien fait à la Réunion des officiers par M. de Grandry, chef d'escadron au 12e régiment d'artillerie. — (Paris, Tanera).

Les dégradations assez fréquentes que subissent les bouches à feu de campagne du système Armstrong, et la difficulté de les réparer dans les colonies, où les établissements militaires n'ont qu'un outillage incomplet, décidèrent de bonne heure les officiers d'artillerie de l'armée des Indes à demander la mise en essai d'un canon en bronze se chargeant par la bouche. Les résultats obtenus avec la nouvelle pièce parurent si satisfaisants que les membres de la Commission chargée des expériences se prononcèrent en faveur de la prompte introduction de ce système d'artillerie dans l'armée d'Europe : les canons, au lieu d'être coulés en bronze, devaient être formés d'un tube d'acier entouré d'un manchon de fer forgé. Malgré les réclamations qui se produisirent à la suite de cette décision, prise au moment où l'opinion attribuait les succès des armées prussiennes à la supériorité de leur artillerie, la Commission maintint ses conclusions. Les nouvelles bouches à feu, dans des essais comparatifs, ont lutté sans désavantage avec les meilleurs canons actuellement en service en Europe : c'est en augmentant la charge, en diminuant le vent et en fabriquant les projectiles avec une grande précision que les Anglais ont pu obtenir un

système d'artillerie supérieur au système français de 1858, dont il reproduit d'ailleurs les dispositions principales.

Après avoir ainsi fait connaître le nouveau matériel anglais, M. le commandant de Grandry entre dans quelques détails au sujet des manœuvres exécutées par l'armée britannique pendant l'automne de 1872. Elle était divisée en deux corps, comprenant chacun 15 000 hommes : le premier avait à fermer le chemin de Londres au second, qui figurait une armée d'invasion débarquée près de Portland. Dans ces manœuvres, l'artillerie a été, en général, dirigée avec habileté ; les ordres de marche étaient bien donnés. Les batteries , groupées en masse , avaient leur place assignée près des têtes de colonne ; elles pouvaient ainsi ouvrir le feu de bonne heure et protéger efficacement le déploiement de l'infanterie. Bien que l'on eût pris pour règle de tenir autant que possible l'artillerie concentrée, il arriva pourtant quelquefois que les batteries, dans le cours de l'action, se trouvèrent disséminées. Dans ces conditions, elles n'agissaient plus avec la même puissance, et surtout, le commandant supérieur ne pouvait plus, quand l'heure était venue, réunir sur un point déterminé du champ de bataille, un nombre considérable de bouches à feu pour produire un effet décisif. Les fautes, d'ailleurs assez rares, qu'on eut lieu de remarquer dans ces manœuvres, ont été attribuées à la manière dont se fait l'instruction des différentes armes : vivant ordinairement trop isolées les unes des autres, elles n'acquièrent pas assez l'habitude de se prêter, dans tous les cas, l'appui mutuel que réclament les circonstances.

Le gérant : Ch. Norberg.

DESCRIPTION DES PRINCIPALES ARTILLERIES ÉTRANGÈRES

ARTILLERIE SUISSE

I. Bouches a feu. — Bouches à feu lisses. — Canons rayés se chargeant par la bouche. — Canons rayés se chargeant par la culasse. — II. Affuts et Voitures. — III. Munitions. — IV. Effets du tir. — V. Organisation.

I. BOUCHES A FEU (1).

L'artillerie suisse est comptée avec raison parmi les plus instruites: aussi toutes ses créations méritent-elles d'être étudiées avec une grande attention, et son matériel de campagne, pour la construction duquel elle a de bonne heure utilisé le fer, présente-t-il des qualités remarquables. Une description partielle en a déjà été donnée par la *Revue d'artillerie*, en octobre 1872, à la suite des expériences de Trouville (2).

Bouches à feu lisses. — L'artillerie suisse n'a conservé que trois bouches à feu lisses, dites *pièces de position*, savoir :

Un *canon de 6*, du calibre de $92^{mm},5$, lançant un boulet, un obus à balles et une boîte à balles ;

Un *obusier de 16*^{c} (24 liv.), lançant un obus, un obus

(1) Mesures employées par l'artillerie suisse. — L'unité de longueur employée dans les documents antérieurs à 1872 est le *pied* valant $0^{m}30$; il se divise en 10 *pouces*, le pouce en 10 *lignes*, la ligne en 10 *points* ou *traits*. On écrit :

$1'$	pour	1 pied,	c'est-à-dire	$0^{m},3$
$1''$	id.	1 pouce,	id.	$0^{m},03$
$1'''$	id.	1 ligne,	id.	$0^{m},003$
$1''''$	id.	1 point,	id.	$0^{m},0003$

L'unité de poids employée dans les mêmes documents est la livre de 500 grammes, subdivisée en fractions décimales.

Aujourd'hui l'artillerie suisse fait usage du système métrique, et exprime en centimètres le calibre des bouches à feu.

(2) Tome I, page 72.

à balles, une boîte à mitraille et un obus incendiaire qui est analogue au *carcass* anglais;

Enfin un *mortier de 22*^{c}, lançant une bombe qui pèse, vide, 21^{k},600, et reçoit une charge explosive de 2^{k},200.

Canons rayés se chargeant par la bouche. — On adopta d'abord, en 1862, un canon rayé de 4, en bronze, se chargeant par la bouche, du calibre de 84^{mm},4, et d'une longueur d'âme de 17^{c},05. Ce canon, qui se tire à la charge de 625 gr., ressemble beaucoup au canon français, mais réalise dans une certaine mesure, grâce à la disposition du projectile, les avantages du chargement par la culasse. La couronne d'ailettes postérieure est remplacée par un *culot expansif*, fait d'un alliage de $^{9}/_{10}$ de plomb et de $^{1}/_{10}$ de zinc; il est soudé au projectile et creusé en forme de coupe sur sa face postérieure. La partie cylindrique de ce culot, d'environ 15^{mm} de haut, porte six talons, dont le profil est le même que celui des rayures. Ce culot est complétement forcé contre la paroi du canon par la pression des gaz agissant dans sa partie concave, et la régularité du mouvement du projectile dans l'âme est ainsi assurée.

Deux canaux, percés obliquement à travers le fond et l'épaisseur de la paroi et prolongés par des rainures extérieures jusqu'au haut de la partie cylindrique, servaient primitivement d'évents aux gaz de la poudre pour leur permettre d'enflammer l'amorce de la fusée à durée. Ces évents ont été ensuite remplacés par des rainures pratiquées à côté des talons du culot, sur son pourtour. Ces dernières ont été elles-mêmes supprimées en 1866, époque où l'on adapta à la fusée un appareil percutant organisé de manière à détoner au départ du projectile.

Un canon de montagne a été construit en 1864, suivant les mêmes principes que le canon précédent. Il a le même calibre, une longueur d'âme de 10$^{cal.}$,35, et lance, à la charge de 300 gr., un obus ordinaire du poids de 3^{k},920,

ainsi qu'une boîte à mitraille renfermant 41 balles en zinc.

Canons rayés se chargeant par la culasse. — Quelque temps après, l'artillerie suisse adopta le chargement par la culasse, et elle possède aujourd'hui trois bouches à feu construites d'après ce principe, savoir: 1° un canon de 12c, pièce de position, adopté en 1867; 2° un canon de campagne de 10c, dont le modèle date de 1866, mais qui n'a été définitivement adopté qu'en 1869; 3° un canon de 8c,4 adopté en 1871 pour être substitué au canon de 4 de campagne modèle 1862.

La première de ces bouches à feu est pourvue de l'appareil à double coin Kreiner (1), avec anneau obturateur en acier.

Les pièces de ce calibre ont été obtenues les unes au moyen de la refonte, les autres au moyen de la transformation des canons lisses de 12 liv. modèle 1851; elles ne diffèrent que par la forme et les dimensions de l'appareil de fermeture. Quelques bouches à feu neuves, en petit nombre, ont été fabriquées en acier fondu.

Le canon de 10c est en acier fondu au creuset; il est forgé avec les tourillons d'un seul bloc. Extérieurement il est recouvert d'un vernis noir, excepté sur une partie plane destinée à recevoir le quart de cercle à niveau.

Le canon de 8c,4 est en bronze.

Ces deux bouches à feu sont construites suivant les mêmes principes et présentent une grande ressemblance. La fermeture de culasse est à coin simple, avec anneau Broadwell. Quelques indications ont déjà été données sur ce système dans le numéro d'octobre de la *Revue d'artillerie*, nous les complétons ici par la légende suivante, qui se rapporte aux figures 1, 2, 3, 4 (planche VI), représentant le canon de 8c,4 et dessinées à une assez grande échelle pour qu'on puisse aisément se rendre compte de toutes les parties du mécanisme.

(1) Voir *Revue d'Artillerie*, tome I, page 18.

Coupe horizontale par l'axe de la bouche à feu.
(Figure 1.)

ab, face antérieure de la mortaise, perpendiculaire à l'axe de la bouche à feu.

a' b', face postérieure, un peu oblique à cet axe, de manière que la largeur de la mortaise diminue progressivement de la gauche à la droite; vers son extrémité gauche et au milieu de sa hauteur, se trouve *l'écrou de la vis de fermeture*, pièce en acier fondu, noyée entièrement dans la bouche à feu à laquelle elle est fixée par des vis, et contenant une portion d'écrou avec trois tours de filets.

C, coin de fermeture en fer forgé, de forme et de grandeur correspondantes à celles de la mortaise; ses arêtes longitudinales, surtout l'arête inférieure de devant, sont abattues. A son extrémité droite est la fausse âme *f*, à bords arrondis; au milieu de sa face antérieure est une excavation circulaire pour la contre-plaque; à son extrémité gauche, une excavation profonde, de forme rectangulaire, s'ouvre sur l'arrière et renferme la vis de fermeture; la paroi extérieure de cette excavation, formant la face gauche du coin, est percée d'un trou pour l'arbre de la manivelle.

d, disque de cuivre formant coussinet, fixé au fond de l'excavation circulaire par trois petites vis à tête noyée.

e, contre-plaque, en acier fondu, s'ajustant bien dans l'excavation et dépassant un peu la surface du coin; son bord postérieur est arrondi et sur sa face antérieure est creusé un léger évidement concentrique formant le fond de la chambre, entouré par le plan d'obturation, formant une couronne circulaire légèrement en saillie. Pour retirer la contre-plaque, on la chasse en frappant avec un marteau sur une broche introduite dans un trou qui traverse le coin.

g, anneau obturateur système Broadwell; sa face antérieure est évidée en forme d'U, avec le bras du dedans

court et droit, et celui du dehors plus long; sa face postérieure fait un peu saillie dans la mortaise, et est creusée de deux ou trois rainures concentriques pour détruire la force des filets gazeux qui parviendraient à s'infiltrer dans le joint [1]. On lui a donné extérieurement la forme d'un segment de sphère afin qu'il s'ajuste dans la fraisure sphérique qui termine la chambre. Chaque bouche à feu a une contre-plaque et un anneau obturateur de rechange; ils sont contenus dans une petite caisse enfermée elle-même dans le coffre de l'avant-train de la pièce.

h, bague en acier fondu, qui ne se trouve que dans les canons en bronze, et forme la fraisure dans laquelle se loge l'anneau obturateur.

V, vis de fermeture, en acier non trempé, creuse, à filets carrés tournant de droite à gauche; ces filets sont coupés d'un côté jusqu'au noyau à l'exception du premier tour; le noyau, sur lequel est pratiquée une rainure destinée à recevoir une cale, est fixé sur l'arbre de la manivelle par une vice noyée.

k, manivelle en fer forgé, composée d'un arbre avec *pivot*, *embase*, *collet* et *tête* d'une seule pièce. Un bras creux, avec boutons inégaux aux deux bouts, traverse la tête dans laquelle il est fixé par une petite vis. Quand le plus petit bouton est en avant, le côté aplati de la vis de fermeture se trouve dans le plan de la face postérieure du coin; on peut alors enfoncer le coin dans la mortaise jusqu'à ce que le filet resté entier touche l'écrou de la vis de fermeture; en faisant faire au bras de la manivelle un demi-tour de manière à replacer horizontalement le plus petit bouton en arrière, on aura fait entrer dans l'écrou tous les filets de la vis, et le coin sera entièrement enfoncé.

l, canal de la hausse.

---

[1] *Revue d'artillerie*, tome I, page 23.

Élévation latérale gauche, la tête de la manivelle enlevée.
(Figure 2.)

m n, face inférieure de la mortaise; à l'avant se trouve une rainure pour la crasse, et à l'arrière un talon à section quadrangulaire, parallèle à la face postérieure du coin et servant à le diriger.

P, embase de la manivelle, composée de deux parties de rayons inégaux, raccordées par des arcs concaves *q*, *q'*; le premier, en venant buter contre le bouton d'arrêt *r*, arrête la vis de fermeture au moment où la partie coupée du filet arrive en face de l'écrou, c'est-à-dire lorsqu'on en peut retirer le coin pour effectuer le chargement.

s, ressort à moitié embrevé sur la tranche de l'embase et fixé par une vis à tête noyée; il empêche le coin de se desserrer dans les marches.

Face postérieure du coin.
(Figure 3.)

f, fausse âme. — *V*, vis de fermeture. — *r*, bouton d'arrêt, qui n'est autre chose que la tête d'une vis. — *tt'*, rainure pour la *vis d'arrêt*. — *u*, bout aplati de la *vis d'arrêt*; cette vis, qui a une tête en forme d'anneau avec embase circulaire, est logée dans la partie supérieure de la culasse; elle sert à arrêter le coin, lorsqu'on le retire, au moment où l'axe de la fausse âme coïncide avec celui du canon.

Face supérieure du coin.
(Figure 4.)

t t', rainure de la vis d'arrêt.

Le tableau suivant fait connaître les principales dimen-
ns des canons de 12^c, 10^c et 8^c,4.

ÉLÉMENTS PRINCIPAUX.	CANON DE 12c (Bouche à feu refondue).	CANON de 10c.	CANON de 8c,4.
Longueur totale de la bouche à feu.....mm	2100	2100	2000
Distance de l'axe des tourillons à la tranche de la culasse.....	900	900	900
Longueur { de la partie lisse de l'âme.....	534	495	465
Longueur { de la partie rayée.....	1566	1605	1535
Longueur { du cône de raccordement.....	60	60	60
Diamètre de la partie rayée { dans les rayures...	120	108	87
Diamètre de la partie rayée { entre les cloisons..	123	105	84
Nombre des rayures.....	12	12	12
Largeur des rayures { à l'avant.....mm	20,9	17,9	14
Largeur des rayures { à l'arrière.....	20,9	23,0	18
Largeur des cloisons { à l'avant.....	10,5	17,7	7,99
Largeur des cloisons { à l'arrière.....	10,5	22,8	3,99
Pas des rayures.....m.	6,00	4,20	3,30
Inclinaison des rayures { suivant l'hélice médiane..	3°35'43"	4°29'25"	»
Inclinaison des rayures { suivant le flanc antérieur.	3°35'43"	4°34'52"	4°34'
Inclinaison des rayures { suivant le flanc postérieur.	3°35'43"	4°24'00"	4°25'
Épaisseur du métal { près et en avant de la lumièremm	90,5	75,6	68,5
Épaisseur du métal { à la bouche.....	48	42	36
Distance de la lumière à la face antérieure de la mortaise du coin.....	90	»	80
Poids de la bouche à feu, sans l'appareil de fermeture kil.	865	610	418
Id. avec id.	909	636	433
Distance horizontale du centre de gravité à l'axe des tourillons (en arrière de cet axe).....mm	87	72	»
Angle maximum qu'on peut donner avec la hausse : { dans le sens vertical..	16°42'	16°42'	16°42'
Angle maximum qu'on peut donner avec la hausse : { dans le sens horizontal	1°26'	1°26'	1°26'

Les hausses sont graduées, non pas en millimètres, mais en millièmes *de la longueur de la ligne de mire*, ce qui permet de trouver facilement l'angle de tir quand on connaît la hausse et réciproquement.

Instruments pour nettoyer l'âme des canons. — Dans chaque batterie de canons de 8c, 10c ou 12c, il se trouve un instrument *à nettoyer le canon*, et un instrument *à désemplomber les rayures*.

Le premier (pl. VI, fig. 5), consiste en un piston en chêne, rond, s'amincissant vers les deux bouts, et pourvu en son milieu d'un certain nombre de rainures. Il est percé suivant son axe ; dans le canal est engagée une corde de

chanvre avec un nœud de chaque côté. Aux deux bouts de la corde se trouvent deux tiges de bois servant de poignées. Pour faire usage de l'instrument, on entoure le piston de chiffons, et deux hommes lui impriment un mouvement de va-et-vient dans la bouche à feu.

L'instrument à désemplomber (pl. VI, fig. 6) se compose d'un piston en bois qui se visse à l'extrémité d'une hampe. La partie postérieure du piston porte trois talons en bois dur, embrevés et fixés par des vis à bois, correspondant à trois rainures de la bouche à feu. Vers le devant se trouve un grattoir servant à nettoyer *le milieu du fond d'une rayure;* plus en arrière, des deux côtés de la queue du premier, sont deux grattoirs servant à nettoyer *les deux cloisons voisines;* enfin, tout à fait en arrière, est un grattoir double, pour nettoyer *les deux côtés du fond*, *les deux angles rentrants* et *les deux flancs de la rayure.* Ces grattoirs consistent en des ressorts d'acier, embrevés dans des entailles pratiquées dans le piston, fixés par des vis à bois, et terminés par un tranchant (celui-ci, pour le grattoir double, est tourné vers l'arrière). Les grattoirs ont une position correspondante à l'inclinaison des rayures; quand on introduit l'instrument dans la bouche à feu, ils sont pressés par leur élasticité contre les parois de l'âme et enlèvent le plomb; le grattoir double, faisant ressort des deux côtés, suit les flancs de la rayure cunéiforme, et nettoie les portions du fond qui, à droite et à gauche, n'ont pas été touchées par le grattoir de devant. — On sépare le piston de la hampe pour les placer dans le chariot de batterie.

II. AFFUTS ET VOITURES.

Affûts. — Le canon de 12^{c} est monté sur un affût modèle 1843, modifié en 1853 et 1856. Il est accompagné de caissons modèle 1843, dont chaque coffre contient 24 coups, et subsidiairement de caissons du système Gribeauval,

modèle 1810 et 1819, divisés en quatre compartiments contenant chacun 18 coups.

Les pièces de 10^c et de 8^c,4 sont montées sur des affûts en fer. Les détails qui suivent, et les figures (7, 8, 9, 10, 11, pl. VII) se rapportent à l'affût du canon de 10^c.

Chaque flasque est formé d'un cadre en fer à équerre, composé de deux pièces se raccordant à joints plats aux extrémités postérieure et antérieure ; le dessus et le dessous forment des lignes droites qui vont en se rapprochant de l'avant à l'arrière ; le devant, arrondi, présente en dessus et en dessous des rentrants demi-circulaires pour l'encastrement du tourillon et de l'essieu. Le cadre est rempli par une feuille de tôle d'une seule pièce, fixée extérieurement par des rivets au côté vertical des bandes à équerre (voy. fig. 9). A la partie antérieure du flasque se trouve une *tôle de renforcement*, encastrée intérieurement entre les bandes à équerre, et fixée au cadre par les mêmes rivets que la tôle extérieure (voy. fig. 10).

Les deux flasques ont leurs parties antérieures parallèles, se rejoignent à la crosse, et sont reliés par : 1° une *tôle frontale*, ou entretoise de devant, échancrée à la partie supérieure ; 2° une *tôle transversale*, ou entretoise du milieu, placée un peu en arrière de l'essieu et également échancrée ; 3° une *tôle de recouvrement*, servant de couverture à toute la partie postérieure de l'affût, et percée d'une ouverture rectangulaire qui correspond à un *coffret d'armement*. Le fond de ce coffret repose sur les bandes à équerre inférieures ; ses parois latérales sont formées par les flasques. Il est fermé par un couvercle à charnière, et une bande à équerre, fixée en avant de celui-ci, empêche l'eau qui tombe sur la tôle de recouvrement d'entrer dans le coffret. Celui-ci renferme divers menus objets, tels que hausse, tire-feu, dégorgeoir, fiole à huile, brosse pour le coin de fermeture, etc.

La vis de pointage, en acier fondu, est verticale lorsque la pièce est en batterie ; elle se meut dans un écrou en

bronze; celui-ci, assujetti dans une traverse par deux anneaux d'arrêt, reçoit au moyen d'un engrenage un mouvement de rotation lorsqu'on agit sur une manivelle placée en dehors du flasque droit (voy. fig. 11). La tête de la vis, un peu bombée, est aplatie des deux côtés pour pouvoir être ajustée dans une fourchette qui l'empêche de tourner, et sur laquelle pose la culasse du canon. La fourchette est reliée à la vis de pointage par une cheville ronde, avec embase au bout de gauche, rondelle d'arrêt et esse à celui de droite; les deux bouts de cette cheville sont allongés pour servir à mouvoir la vis dans le cas où la manivelle et l'engrenage seraient mis hors de service. La fourchette forme l'une des extrémités d'une longue tige, qui se termine à l'autre extrémité par une coulisse dans laquelle s'engage une cheville ronde, assujettie contre la face postérieure de l'entretoise du milieu.

Deux fourches, dans lesquelles se loge un refouloir court, sont fixées debout, au milieu du corps de l'affût, l'une sur le couvercle du coffret d'armement, l'autre sur la tôle de recouvrement; leurs bras, formant ressort, se rapprochent vers le haut. Devant l'essieu se trouve un marche-pied servant à transporter deux canonniers; il lui est relié par deux bras qui vont se rattacher à l'essieu des deux côtés du corps d'affût. Ces deux bras sont courbés en avant vers le bas, de manière que le marche-pied soit horizontal quand la pièce est sur avant-train, et ils sont articulés au milieu, ce qui permet de relever le marche-pied. Chacun de ces bras se termine vers le haut par un encastrement demi-circulaire avec plan de cale au fond afin qu'il ne puisse pas y avoir rotation autour de l'essieu.

Essieux. — Il y a deux essieux différents, l'un pour l'affût, l'autre pour les avant-trains et le caisson. Le premier, en acier fondu et forgé, est cylindrique. Le second, en fer forgé, est à section rectangulaire.

Avant-train. — Le corps de l'avant-train, le même pour les pièces et pour les caissons, est en bois. La réunion des

deux trains est à suspension. Les deux trains ont la même roue.

Caissons. — Il y a deux genres d'arrière-train de caisson : l'un, *avec coffret d'assortiment et tiroir*, n'a pas de roue de rechange ; l'autre, *sans coffret d'assortiment ni tiroir*, est disposé pour le transport d'une roue de rechange. Dans le premier, qui forme les caissons pairs des batteries, le coffret est placé entre les deux coffres, la fermeture placée du côté gauche : il reçoit divers menus objets (tourne-vis, fiole à huile, clef anglaise, etc.) ; le tiroir est sous l'arrière du corps, à gauche : il renferme l'instrument à nettoyer le canon, des cordes, des chiffons, etc.

Coffres à munitions. — Tous les coffres à munitions des pièces et des caissons, pour le même calibre, ont les mêmes dimensions et le même aménagement intérieur. Sur le devant de chacun d'eux sont fixées deux courroies dans le prolongement l'une de l'autre ; elles servent à attacher les sacs des canonniers. Les coffres d'avant-train ont des *courroies de dossier*.

Le tableau suivant fait connaître les principales données relatives à l'affût de 10^{c}.

Hauteur de l'axe de la pièce au-dessus du sol	$1^{m},11$
Distance { entre les points d'appui des roues et de la crosse	$1^{m},80$
Distance { du devant des roues à la bouche de la pièce	$0^{m},573$
Largeur de la voie, entre les milieux des jantes	$1^{m},365$
Angle de la flèche avec le sol	21°45′
Angles de tir limites { au-dessus de l'horizon	14°15′
Angles de tir limites { au-dessous id.	14°30′
Diamètre des roues	$1^{m},44$
Longueur totale de la voiture	$7^{m},50$
Pas de la vis de pointage	$0^{m},012$
Poids de l'affût avec essieu, roues, sabot et chaîne de sabot, sans bouche à feu ni équipements	550^{k}
Poids de l'affût avec bouche à feu et équipements	1217^{k}
Poids de l'avant-train équipé, avec munitions paquetées	757^{k}
Poids moyen par cheval, sans les servants	329^{k}
Id. avec les canonniers montés (5 hommes)	394^{k}
Poids supportés par une des roues de devant, canonniers montés	415^{k}
Id. de derrière, id.	572^{k}

III. MUNITIONS.

Les canons de 8^c, 10^c et 12^c lancent trois sortes de projectiles, savoir :

L'obus ordinaire, avec fusée percutante ;
L'obus à balles (shrapnel), avec fusée à durée ;
La boîte à mitraille.

Dans l'obus ordinaire de 12^c, l'enveloppe de plomb, coulée autour du noyau, est maintenue mécaniquement par des côtes en saillie ; mais dans les autres obus ordinaires et dans les obus à balles, elle est soudée au zinc sur la surface du noyau préalablement tournée. Cette enveloppe présente quatre bourrelets à section trapézoïdale séparés par trois rainures ; le diamètre des bourrelets est égal à celui de l'âme du canon dans les rayures, et la profondeur des rainures est égale à celle des rayures. Afin que la bouche à feu soit nettoyée à chaque coup par le projectile lui-même, les rainures antérieure et postérieure sont remplies de ficelle de chanvre huilée, disposée en une couche serrée et solidement assujettie.

Obus ordinaires. — Dans l'obus ordinaire de 12^c, le vide intérieur est cylindrique. Dans ceux de 8^c et 10^c, on a cherché à augmenter et à régulariser le nombre des éclats, en donnant à cette cavité la forme d'un prisme octogonal, qui se raccorde d'un côté avec l'œil de la fusée par deux pyramides tronquées à huit faces, et de l'autre avec le centre du culot par une pyramide à huit faces très-obtuse ; quatre rainures circulaires équidistantes, situées dans des plans perpendiculaires à l'axe de l'obus, sont creusées sur les faces du prisme ; la pyramide du culot présente des rainures le long de quatre de ses arêtes, enfin celle qui est adjacente à l'œil présente sur chaque face une côte en saillie.

La fusée percutante est tout à fait semblable à celle de l'artillerie prussienne.

Obus à balles. — Les balles, en zinc, sont huilées et maintenues au moyen de colophane. La charge explosive est, comme dans l'artillerie prussienne, renfermée dans un tube en laiton placé au milieu du chargement; ce tube s'appuie sur une rondelle en caoutchouc, contre laquelle il est serré par la fusée, qui le ferme à sa partie supérieure. Extérieurement l'obus est peint en rouge, à l'exception de l'enveloppe de plomb et de la couronne en ficelle, qui sont enduits de plombagine.

L'obus à balles de 8c,4, adopté en 1871, a été construit sur un type nouveau, permettant de réduire l'épaisseur des parois, et par suite de loger dans l'obus un plus grand nombre de balles : la partie cylindrique est *en fer forgé;* le culot et l'ogive sont en fonte, celle-ci fixée à la partie supérieure par des rivets, celui-là vissé à la partie inférieure ([1]).

La fusée de l'obus à balles est à durée continue du système Breithaupt, mais elle est organisée de manière que toutes ses parties puissent, sans danger, rester sur le projectile dans les transports, et qu'il n'y ait d'autre opération à faire au moment du tir que celle du réglage. Elle se compose (pl. VI, fig. 12) :

1° D'un *corps de fusée*, disque circulaire sur chaque face duquel s'élève un cylindre creux, fileté extérieurement. Le cylindre inférieur, rempli de poudre, se visse dans l'obus, dont l'œil est élargi de manière à loger, en outre, toute l'épaisseur du disque. C'est dans la face supérieure de celui-ci qu'est creusée la rainure à composition fusante, ne faisant pas tout à fait un tour entier, et dont une des extrémités communique, par un conduit incliné rempli de mèche à étoupille, avec la poudre du cylindre inférieur. Sur cette face, comme sur une râpe, des envies ont été relevées à coups de pointeau ; on y a ensuite appliqué par

---

([1]) Des figures représentant l'obus ordinaire et l'obus à balles de 8c,4 ont déjà été données par la *Revue d'artillerie*, octobre 1872, tome Ier, l.IV.

ÉLÉMENTS PRINCIPAUX DES PROJECTILES.	OBUS ORDINAIRES			OBUS A BALLES			BOITES A MITRAILLES		
	de 12c.	de 10c.	de 8c,4.	de 12c.	de 10c.	de 8c,4.	de 12c.	de 10c.	de 8c,4.
Longueur totale du projectile avec fusée (sans la vis porte-amorce pour les obus ordinaires) ..... mm	244,8	210,0	210,0	243,0	213,0	175,0	229,5	214,5	»
Longueur — du cône de raccordement	36,0	27,0	20,0	36,0	27,0	20,0	»	»	»
Longueur — de l'ogive, sans la fusée	66,0	60,0	60,0	54,0	48,0	35,0	»	»	»
Diamètre — sur les bourrelets	123,0	108,0	87 ∓0,1	123,0	108,0	87 ∓0,1			
Diamètre — dans la rainure du milieu	120,0	105,0	83,9∓0,2	120,0	105,0	83,9∓0,2	117,0	103,5	»
Diamètre — du noyau en fonte	»	101,4	79,7∓0,3	»	101,4	82 ∓0,1			
Diamètre des balles en zinc	»	»	»	16,2	16,2	16,2	25,8	25,8	24,5
Nombre des balles	»	»	»	170	170	105	126	84	64
Poids du projectile vide ..... kil	13,450	7,150	5,120	8,000	5,650	2,150	1,250	1,150	»
Poids de la charge d'éclatement ..... gr	600	600	340	30	20	17	»	»	»
Poids total des balles ..... kil	»	»	»	4,250	2,650	2,730	9,100	5,450	»
Poids total du projectile prêt à être tiré	14,175	7,850	5,550	13,250	9,250	5,610	11,400	8,250	5,550 env.
Poids par centimètre carré de section droite ..... gr	»	87	100	»	»	»	»	»	»
Charge — pour le tir de plein fouet ..... kil	1,060	1,060	0,840	1,060	1,060	0,840	1,060	1,060	0,840
Charge — pour le tir plongeant des obus ordinaires	0,375	0,250	»	»	»	»	»	»	»

IV. EFFETS DU TIR.

La *Revue d'artillerie* a déjà donné (1) les éléments balistiques du canon de 8c,4; le tableau suivant contient ceux du canon de 12c, du canon de 10c, et du canon de montagne de 8c.

CANONS ET CHARGES.	DISTANCES DE TIR.	TANGENTES des angles de projection.	TANGENTES des angles de chute.	ZONES DANGEREUSES pour un but haut de 1m,80.	DURÉES DU TRAJET.	VITESSES d'arrivée.	ÉCARTS probables (1) en direction.	en hauteur.	en portée.
	mèt.			mèt.	secondes	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.
CANON DE 12c. Charge : 1k,060.	0	»	»	»	»	282	»	»	»
	500	0,0318	0,0334	54	1,84	262,7	0,10	0,20	5,75
	1000	0,0671	0,0741	24	3,81	244,6	0,30	0,60	8,00
	1500	0,1064	0,1234	15	5,94	227,3	0,55	1,35	10,70
	2000	0,1508	0,1846	10	8,25	210,9	0,90	2,60	13,80
	2500	0,2014	0,2616	7	10,78	195,2	1,40	4,65	17,60
	3000	0,2605	0,3624	5	13,57	180,2	2,10	8,25	22,00
	3500	0,3318	0,5011	4	16,72	165,8	»	»	»
	4000	0,4230	0,7199	2,5	20,40	152,4	»	»	»
CANON DE 10c. Charge : 1k,060.	0	»	»	»	»	398	»	»	»
	500	0,0200	0,0215	83	1,37	343,2	0,15	0,15	7,00
	1000	0,0432	0,0500	36	2,92	304,1	0,40	0,40	7,65
	1500	0,0703	0,0870	21	4,67	269,7	0,75	0,75	8,65
	2000	0,1018	0,1349	14	6,65	239,7	1,10	1,30	9,75
	2500	0,1388	0,1967	9	8,89	213,7	1,50	2,30	11,45
	3000	0,1825	0,2768	7	11,44	190,9	2,00	3,85	13,55
	3500	0,2350	0,3841	5	14,35	172,1	»	»	»
	4000	0,2998	0,5342	3	17,75	157,7	»	»	»
CANON DE 8c de montagne Charge : 0k,300.	0	»	»	»	»	238	»	»	»
	500	0,4900	0,0523	35	2,24	209,5	0,45	0,80	10,15
	1000	0,1055	0,1212	15	4,80	184,1	1,00	2,10	12,15
	1500	0,1720	0,2149	9	7,74	161,3	1,75	4,55	15,80
	2000	0,2530	0,3551	5	11,19	141,5	»	»	»

(1) On n'a qu'à multiplier ces nombres par 2 pour avoir l'étendue dans laquelle tombent 50 0/0 des coups, et par 8 pour avoir celle dans laquelle il en tombe au moins 99 0/0.

(1) Octobre 1872, tome Ier, page 82.

V. ORGANISATION.

L'artillerie suisse se divise en : *artillerie de campagne*, *artillerie de position*, *artillerie de parc*, *train de parc et de ligne*.

L'*artillerie de campagne* comprend le personnel attaché aux batteries rayées de 8c,4 et de 10c et aux batteries de montagne. L'*artillerie de position* est formée par les compagnies de position chargées de la défense des ouvrages de fortification. Les *compagnies de parc* sont attachées aux parcs de division et de réserve. Le *train des parcs* conduit les voitures des parcs de division et des parcs de réserve ainsi que les trains de pontons. Le *train de ligne* attelle les voitures des ambulances, les caissons des bataillons d'infanterie, des compagnies de carabiniers et des troupes du génie.

En temps de guerre, on attache à chaque division de l'armée (forte d'environ 10000 hommes) une brigade d'artillerie formée de 3 ou 4 batteries; et un parc de division composé d'une compagnie de parc et d'une compagnie de train de parc. Sept brigades, de 2 ou de 4 batteries chacune, et 3 parcs de réserve constituent la réserve d'artillerie.

A la tête de l'artillerie se trouve l'*inspecteur de l'arme* qui relève directement du Conseil fédéral ou de son département militaire; en cas de mobilisation il est de droit commandant en chef de l'artillerie. Il a sous ses ordres l'*instructeur en chef* (chef d'état-major de l'artillerie et du corps des instructeurs), et en outre l'*intendant du matériel* et le *contrôleur des poudres*. L'inspecteur, l'instructeur en chef et l'intendant du matériel, assistés de deux officiers supérieurs, composent le *comité de l'artillerie*, chargé d'étudier les questions nouvelles et les propositions.

Les *officiers instructeurs de* 1re *classe* commandent les écoles de recrues et dirigent les cours de répétition.

Les *officiers instructeurs de* 2e *classe* sont chargés de

l'instruction des officiers, des sous-officiers et de la troupe. Les *sous-instructeurs*, du grade d'adjudant sous-officier, instruisent spécialement la troupe.

Le Conseil fédéral pourvoit à toutes les fonctions ci-dessus énumérées; ceux qui en sont revêtus sont rééligibles tous les trois ans.

Il y a en outre, à Thoune, un *directeur* (avec un adjoint) chargé du laboratoire et de l'atelier de confection des munitions d'infanterie, et un second officier dirigeant l'atelier de construction. Le matériel contenu dans les arsenaux de Rapperschwyl, Thoune, Lucerne, Morges et Frauenfeld, est commis à la garde d'un *intendant du matériel.*

Les troupes comprennent le personnel nécessaire pour :

41 batteries attelées { 11 de 10^c; 30 de 8^c,4;
4 — de montagne de 8^c;
12 compagnies et 3 ½ compagnies de position;
12 compagnies de parc;
14 compagnies du train des parcs.

La batterie de campagne de 8^c,4 a 19 voitures, savoir:

6 pièces	attelées à 6 chevaux;		
9 caissons	*Id.*	4	*Id;*
1 affût de rechange	*Idem;*		
1 forge	*Idem;*		
1 chariot de batterie	*Idem;*		
1 fourgon pour bagages	*Idem;*		

son effectif est de 165 hommes et 104 chevaux (20 de selle, 84 de trait.)

La batterie de campagne de 10^c a 16 voitures, savoir: 6 pièces et 6 caissons attelés à 6 chevaux, 1 affût de rechange, 1 forge, 1 chariot de batterie et 1 fourgon attelés à 4 chevaux. Son effectif est le même que celui de la batterie de 8^c.

La batterie de montagne est de 4 pièces; elle a 128 hommes et 55 chevaux (dont 10 de selle).

Le tableau suivant fait connaître l'approvisionnement en munitions des batteries de 10c.

MUNITIONS.	BATTERIE EN LIGNE. Batterie de manœuvre. 6 pièces.	6 caissons.	Total.	Réserve de la batterie. Amt de rechange.	Chariot de batterie.	Total.	Total. Par batterie.	Total. Par pièce.	PARC. 3 caissons.	Par pièce.	DÉPOT (réserve non mobilisée). Par batterie.	Par pièce.	TOTAL. Par batterie.	Par pièce.
Obus ordinaires	120	360	480	20	»	20	500	83,3	180	30	760	126,7	1440	240
Obus à balles	48	144	192	8	»	8	200	33,3	72	12	448	74,7	720	120
Boîtes à mitraille	24	72	96	4	»	4	100	16,7	36	6	104	17,3	240	40
Charges de 1060 grammes	192	576	768	32	»	32	800	133,3	288	48	1312	218,7	2400	400
Charges de 250 grammes	24	72	96	4	»	4	100	16,7	36	6	164	27,3	300	50
Étoupilles	300	720	1020	50	200	250	1270	211,7	360	60	1370	228,3	3000	500
Vis porte-amorce, et goupilles de sûreté pour fusées percutantes	240	540	780	40	140	180	960	160	270	45	810	135	2040	340
Nombre total de coups	192	576	768	32	»	32	800	133,3	288	48	1312	218,7	2400	400

E. JOUFFRET, *capitaine d'artillerie,*

Adjoint au professeur du Cours d'artillerie à l'École d'application de l'artillerie et du génie, à Fontainebleau.

ÉTUDE
SUR LA CONSTRUCTION DES BOUCHES A FEU
DE L'ARTILLERIE MODERNE [1].

Le but qu'on se propose dans ce travail est d'examiner sommairement la nature des phénomènes qui amènent la rupture ou la mise hors de service des bouches à feu sous l'action du tir, et d'en déduire certaines indications pratiques relativement à un nouveau mode de construction qui semble devoir en augmenter la résistance.

La marche suivie dans cet exposé est la suivante: On rappellera d'abord les lois établies mathématiquement par Barlow et vérifiées depuis par une longue série d'expériences, et l'on exposera les principes généraux qui en découlent. On passera ensuite en revue les principaux systèmes proposés par les inventeurs pour réaliser, dans l'application, les données de la théorie, et l'on cherchera enfin le moyen d'obtenir les mêmes avantages, en évitant de tomber dans des inconvénients analogues.

I. — PRINCIPES GÉNÉRAUX.

Les lois suivantes, établies par Barlow, ne peuvent être regardées comme exactes, qu'autant que la limite d'élasticité du métal n'est pas dépassée, c'est-à-dire aussi longtemps qu'il n'y a pas refoulement des couches intérieures et distension permanente.

Loi de Barlow. — 1° Dans un cylindre creux *homogène* soumis à une pression intérieure, l'effort de distension supporté par chaque couche concentrique élémentaire du métal, qui constitue l'épaisseur des parois, varie, dans une même section normale à l'axe, en raison inverse du carré de sa distance à l'axe, c'est-à-dire du carré de son rayon.

Ainsi, dans un canon supposé homogène, l'effort de

[1] Ce mémoire a été autographié en février 1873 à un très-petit nombre d'exemplaires; l'auteur y a ajouté, en vue de son insertion dans la *Revue d'Artillerie*, de nombreux développements et y a opéré des modifications qui font de l'article qu'on va lire un travail nouveau, très-différent du premier et tout à fait spécial à la *Revue*. (C. D. L.)

distension sur le métal de l'âme étant A par unité de surface, est $\frac{A}{4}$, $\frac{A}{9}$, $\frac{A}{16}$, $\frac{A}{25}$, sur les couches concentriques situées à 1, $1^1/_2$, 2, $2^1/_2$ calibres de l'axe de la bouche à feu; et, si l'on suppose un canon homogène ayant 2 calibres d'épaisseur au renfort, on voit que l'effort subi par le métal extérieur sera 0,04 (4%) de l'effort subi par le métal formant les parois de l'âme.

Corollaire. — 2° Il n'y a pas d'accroissement d'épaisseur *quelconque* qui puisse rendre un cylindre creux *homogène* capable de résister, sans déformation permanente, à une pression intérieure dont l'effort par unité de surface est supérieur à l'effort maximum que peut supporter, sans que sa limite d'élasticité soit dépassée, une barre de même matière que le cylindre, ayant l'unité de surface comme base.

Conséquences de ces lois. Mode de destruction des pièces faites d'un bloc homogène. — 1° *Cas d'un métal malléable.* — L'énoncé de ces deux lois suffit pour faire ressortir les inconvénients des bouches à feu formées d'un bloc homogène de métal lorsqu'on emploie des charges considérables donnant des pressions voisines de celles qui correspondent à la limite d'élasticité du métal. Pour que cette construction puisse offrir quelques garanties de sécurité, il faut que ce métal présente une grande malléabilité, comme le bronze ou le fer forgé à rubans par exemple; dans ce cas, si la limite d'élasticité est dépassée, les couches intérieures sont étirées, pour ainsi dire, par choc et compression, entre les couches intermédiaires et les gaz de la poudre. Il en résulte un agrandissement permanent de l'âme qui empêche les couches intermédiaires de reprendre leur équilibre statique, et les oblige, tant que leur limite d'élasticité n'est pas atteinte, à exercer une pression ou réaction initiale sur les couches intérieures qui ont subi un agrandissement permanent. Si les couches intérieures sont soumises, par la suite, à des efforts capables de produire un nouvel agrandissement permanent, la

limite d'élasticité des couches intermédiaires finit par être dépassée également, et cet effet d'agrandissement permanent se transmet peu à peu, de proche en proche, jusqu'aux couches extérieures qui, n'étant pas soutenues, se déchirent les premières.

Les expériences de Treadwell ont démontré, comme les faits observés par l'artillerie l'avaient déjà prouvé, que dans un cylindre composé d'un métal malléable et peu élastique, tel que le fer forgé ou le bronze, la rupture se fait toujours *de l'extérieur à l'intérieur*, et qu'elle s'opère par un déchirement progressif. On est donc averti à temps de la fatigue de la pièce par l'apparition de petites fentes ou craquelures qu'on observe avant la rupture et qui se produisent sur la surface externe par suite de la distension qu'elle éprouve.

Il faut d'ailleurs remarquer que dès que les couches intérieures ont pris une distension permanente, celles qui les enveloppent, et dont la limite d'élasticité n'a pas été dépassée, prennent une distension *élastique* qui les met dans un état de *tension initiale*, et les fait participer dans une plus grande proportion, comme nous le verrons plus loin, à la fatigue de l'âme de la bouche à feu, dont la résistance est ainsi augmentée. Le canon cesse alors d'être homogène au point de vue de l'élasticité et de l'état moléculaire des différentes couches, et il rentre dans la catégorie des bouches à feu établies d'après l'un des principes qui seront exposés plus loin. C'est ainsi que dans des canons en fer forgé, tirés à très-forte charge, il n'y a plus d'agrandissement notable de calibre après les 50 premiers coups, ce qui permet de tenir compte du phénomène dans la fabrication. Toutefois, malgré la sécurité qu'ils présentent, les métaux malléables, employés seuls, donnent lieu à des déformations de l'âme provenant des battements et du frottement du projectile, et des chocs locaux des ondes gazeuses, qui mettent la pièce hors de service longtemps avant que les signes précurseurs du

danger n'apparaissent, et à ce titre, le fer forgé, et surtout le bronze, ne peuvent constituer la matière unique de bouches à feu destinées à tirer à forte charge.

2° *Cas d'un métal non malléable.* — Examinons maintenant ce qui se passe avec une bouche à feu formée d'un bloc homogène de métal dur et tenace. Les qualités précitées sont malheureusement presque incompatibles avec une élasticité et une malléabilité convenables, c'est-à-dire que les espèces de métal qui les possèdent à un haut degré ne sont généralement susceptibles que d'un allongement élastique peu considérable, et que l'effort qui produit la rupture est très-voisin de celui sous lequel elles atteignent leur limite d'élasticité. Considérons le cas où dans un canon de cette nature, la tension des gaz devient assez grande pour que, la limite d'élasticité des couches intérieures étant dépassée, l'effort qui amène leur rupture soit atteint. Les couches intérieures se fissurent alors jusqu'aux couches qui subissent, d'après la loi de Barlow, un effort inférieur à celui qui correspond à la limite d'élasticité du métal, ou plutôt à la charge limite de rupture qu'il peut supporter par unité de surface. Les gaz, agissant ensuite dans ces fissures à la manière d'un coin, désagrègent les parois et augmentent à chaque coup l'étendue de ces fentes; cet effet se produisant *de l'intérieur à l'extérieur*, aucun signe ne vient indiquer le danger auquel la pièce est exposée. En même temps, les couches internes, ne formant plus un cylindre complet dans la partie fissurée, mais constituant une série de segments irréguliers et simplement juxtaposés, n'offrent plus de résistance propre et transmettent directement aux couches intermédiaires la totalité de l'effort reçu; la limite d'élasticité de ces parties et la charge de rupture dont elles sont susceptibles, sont dépassées d'autant plus vite que les gaz agissent par choc dans les fissures au moment de l'explosion. Ces effets se propageant de proche en proche de l'intérieur à l'extérieur, il arrivera bientôt un moment où la limite d'élasticité et

de rupture des couches extérieures sera dépassée, et la pièce volera en éclats sans qu'on puisse prévoir le danger autrement que par une inspection minutieuse de l'âme à l'aide de l'étoile mobile ou d'empreintes. Tous ces phénomènes peuvent d'ailleurs se produire sous l'influence d'un seul coup, dans un canon parfaitement sain d'aspect. C'est là le mode de rupture des canons de fonte ou d'acier dur.

Difficulté que présente le choix d'un métal à canons. — On conçoit qu'entre les deux modes extrêmes de destruction que nous venons d'exposer, on rencontre dans la pratique, lorsqu'on se sert de métaux jouissant de propriétés intermédiaires, tels que les fers aciéreux et les aciers doux, des genres de rupture mixtes et variant suivant les qualités du métal qui forme la bouche à feu ; mais ce que nous venons de dire suffit pour montrer combien il est difficile d'obtenir un métal à canons convenable, lorsqu'on veut arriver à prendre sa pièce dans un bloc homogène. Il faut que ce métal soit dur, tenace et élastique, pour éviter les dégradations et l'élargissement de l'âme, malléable et ductile pour ne pas éclater violemment au cas où la limite d'élasticité serait dépassée ; — il faut que sa ténacité et son élasticité soient peu altérées par les variations de température étendues auxquelles une bouche à feu est exposée, que sa texture reste invariable sous l'action des ébranlements et des chocs auxquels un canon est soumis, qu'il ne puisse atteindre sa limite d'élasticité sous l'effort maximum que les parois internes pourront être appelées à supporter ; — il faut enfin que sa production et son travail industriel donnent des résultats réguliers et sur lesquels on puisse baser une fabrication courante.

Cette énumération de conditions si difficiles à réunir ne comprend que les points principaux. Si l'on entre dans les détails de la trempe, du recuit, etc., opérations qu'il faut étudier sur chaque bloc lorsqu'on veut arriver à des résultats à peu près certains ; si l'on considère la difficulté de

forger un bloc solide de manière à éviter tout défaut d'homogénéité, et l'impossibilité de vérifier le métal dans l'épaisseur des parois, on sera conduit à rejeter les canons formés d'une masse unique homogène, surtout lorsqu'ils doivent être tirés à forte charge.

Métal Whitworth. — On doit toutefois reconnaître que M. Whitworth a réussi à obtenir un métal qui remplit une partie des conditions énumérées plus haut. Malheureusement, la préparation de ce métal, qui est une sorte particulière d'acier doux manganésifère, ne pourrait se prêter à une fabrication en grand de bouches à feu. M. Whitworth emploie, en effet, de l'acier doux, fondu au creuset et soumis à l'état fluide, dans un moule spécial, à l'action d'une presse hydraulique donnant une pression qui atteint jusqu'à 20 tonnes par pouce carré. Cette pression produit, en cinq minutes, sur la colonne d'acier, un raccourcissement qui peut aller jusqu'au 24e de sa longueur. La masse métallique ainsi obtenue étant refroidie, on en détache deux prises d'essai, qui sont tournées à des dimensions parfaitement déterminées, et forées à un calibre exact. Les cylindres sont trempés à l'huile, recuits à des températures différentes, et soumis à l'action de charges de poudre croissantes jusqu'à la rupture. Si les résultats obtenus ne sont pas jugés satisfaisants, on éprouve deux nouveaux cylindres pris sur la masse, en leur donnant des degrés de trempe différents de celui des premières prises. Si ce deuxième essai ne réussit pas, le bloc d'acier est rejeté définitivement et employé dans les ateliers de construction de machines.

Difficulté de sa production sur une grande échelle. — Cette méthode, applicable dans une usine où la fabrication des bouches à feu est, pour ainsi dire, une production accessoire, ne saurait être employée dans un établissement spécial. D'ailleurs, même dans ces conditions exceptionnelles, sir Joseph Whitworth n'établit le corps de pièce en un seul bloc que pour des bouches à feu de très-petit

calibre, et dans tous les cas, ce corps est renforcé par un manchon porte-tourillons rapporté ; la culasse, pour les canons se chargeant par la bouche, est formée d'une vis étagée forgée séparément et donnant point d'appui à un fort obturateur en cuivre rouge.

Considérations qui doivent servir de base dans l'établissement des bouches à feu. — La construction d'une bouche à feu formée d'une masse homogène de métal ne pouvant, d'après ce qui précède, donner des résultats assurés et constants lorsqu'il s'agit de la fabrication, sur une grande échelle, de canons destinés aux tirs à fortes charges, revenons aux lois de Barlow, et cherchons à en tirer les déductions qui pourront nous guider dans la pratique. D'après ces lois, la difficulté du problème provient de ce que les couches intérieures supportent un effort qui peut devenir supérieur à celui qui correspond à leur limite d'élasticité ou de rupture, tandis que les couches suivantes, supportant des efforts de plus en plus réduits, ne réagissent que faiblement sur elles et ne contribuent pas efficacement à la résistance de la pièce.

Principe général de la répartition de l'effort dans l'épaisseur des parois. — Le but vers lequel on doit tendre est donc la répartition la plus favorable de l'effort dans toute l'épaisseur des parois ; pour obtenir ce résultat, il faut qu'aucune couche ne puisse prendre son extension limite sans que la couche supérieure ne soit obligée d'atteindre, en même temps, sa propre limite d'élasticité. De la sorte, il ne pourra y avoir déformation par extension ou rupture de l'âme sans que la bouche à feu subisse une augmentation permanente de diamètre dans toute son épaisseur. Nous pouvons satisfaire à cette condition par les deux procédés suivants :

1° **Principe des tensions initiales.** — Former le canon d'un certain nombre de cylindres concentriques superposés les uns aux autres, et exerçant l'un sur l'autre, par suite du

serrage initial, une réaction telle que la somme de l'effort dû à la tension initiale de chaque manchon et de l'effort qu'il supportera au moment du tir, soit, par unité de surface, précisément égal à l'effort correspondant à la limite d'élasticité du métal dont ce manchon est formé. Ce principe est connu sous le nom de *principe des tensions initiales*. Il permet d'employer pour les manchons successifs et pour l'âme du canon le même métal ou des métaux de qualité différente. Tous les manchons devant atteindre au même instant leur limite d'élasticité, la combinaison sera d'autant plus résistante qu'il y aura un nombre plus considérable de ces manchons. On peut appliquer ce principe en prenant pour règle, non la limite d'élasticité de chaque manchon, mais la résistance limite à la rupture. Mais, dans ce cas, on est exposé aux déformations permanentes.

Remarquons toutefois que si l'on emmanche sur un tube un premier manchon, de telle sorte que ce manchon exerce un serrage sur ce tube, celui-ci sera comprimé, tandis que le manchon sera au contraire distendu. Si l'on emmanche successivement, sur ce premier manchon, un certain nombre de manchons extérieurs exerçant un serrage les uns sur les autres, ces manchons extérieurs, réagissant de proche en proche jusque sur le premier manchon, diminueront sa distension primitive et augmenteront par conséquent la compression du tube intérieur. Il pourra alors arriver que le premier manchon lui-même atteigne, par suite de la superposition des manchons extérieurs, soit un état de compression initiale, soit l'état d'équilibre moléculaire initial. Un canon construit sur le principe des tensions initiales comporte donc des parties internes à l'état de compression initiale, et des parties externes à l'état de distension initiale de plus en plus grande à mesure qu'elles s'éloignent de l'axe. Il peut résulter de sa construction que certaines couches se trouvent à l'état neutre. Dans l'énoncé du principe, nous considérons la compression comme une tension négative, et la

distension comme une tension positive, l'équilibre moléculaire correspondant à une tension nulle [1].

2° **Principe des élasticités variables.** — On peut encore former la bouche à feu d'une série de couches concentriques à l'état d'équilibre moléculaire, c'est-à-dire n'exerçant aucun serrage les unes sur les autres, mais composées de métaux d'élasticité décroissante de l'intérieur à l'extérieur. Si ces cylindres sont rangés suivant une loi et dans un ordre tels que toutes ces couches cylindriques atteignent leur limite d'élasticité au même instant sous l'influence des efforts qui leur sont transmis au moment du tir, cette combinaison, comme la précédente, offrira encore un maximum de résistance aux pressions intérieures, tant que la limite d'élasticité des cylindres concentriques ne sera pas dépassée. Au delà de ce point, les avantages de l'élasticité variable disparaissent et sont remplacés, dans une certaine mesure, par ceux de la tension initiale des couches extérieures. Mais il y a alors déformation permanente.

L'énoncé de ce principe, emprunté à peu près littéralement à certains travaux étrangers, exige quelques explications complémentaires qui en préciseront le sens et la portée.

En appelant i l'allongement que prend, sous l'action d'un effort p, une tige ayant l'unité de section comme base et l'unité de longueur comme dimension longitudinale, le rapport $\frac{i}{p}$ est constant pour une matière donnée, tant que sa limite d'élasticité n'est pas dépassée. Dans l'énoncé précité, on entend par corps le plus élastique celui pour lequel l'allongement élastique *i* est le plus considérable sous l'influence d'un effort donné [2].

Or, les ouvrages français désignent sous le nom de coefficient ou module d'élasticité le rapport $K = \frac{p}{i}$, c'est-à-dire l'inverse du rapport $\frac{i}{p}$ d'après lequel nous rangeons les métaux dans l'énoncé du principe des élasticités variables. Faisant $i = 1$, on a $K = p$, ce qui revient à prendre pour module d'élasticité l'effort nécessaire pour doubler la longueur d'une tige ayant l'unité de section pour base, en supposant un pareil allongement compatible avec la limite d'extension élastique de la substance dont la tige est formée.

---

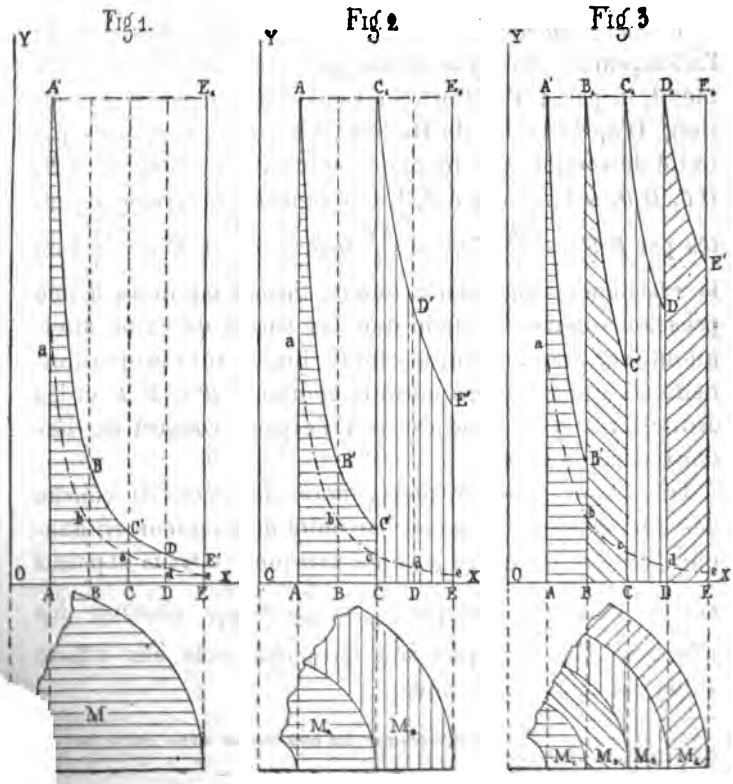
[1] Voir à ce sujet le tome Ier de la *Revue*, page 263 et suivantes. (Janvier 1873.)

[2] C'est ainsi qu'on dira que le caoutchouc est plus élastique que le fer, parce que, sous une même charge, une tige de caoutchouc prendra un allongement élastique plus considérable qu'une tige de fer de mêmes dimensions.

Le module ainsi défini et tel qu'il se trouve dans les tables, sera donc *d'autant plus grand* que le corps sera *moins élastique* dans le sens attribué à cette expression par l'énoncé précédent.

Ceci posé, nous allons chercher à rendre sensible, par une construction graphique, *l'accroissement de résistance qui résulte de l'emploi, dans l'établissement d'une bouche à feu, de métaux d'élasticité décroissante de l'intérieur à l'extérieur.*

Pour cela, nous allons considérer successivement le cas d'une bouche à feu homogène (fig. 1), celui d'un canon formé de deux métaux différents (fig. 2), enfin celui d'un canon comportant 4 couches concentriques distinctes (fig. 3).



Dans ces trois figures, les mêmes éléments sont évalués à la même échelle, les allongements élastiques par unité de longueur, et les efforts tangentiels correspondants par unité élémentaire de section sont comptés parallèlement à O Y, et les distances à l'axe de la bouche à feu sur O X. Une coupe partielle, faite à hauteur du renfort, indique, dans chaque cas, la structure de la pièce (1).

Enfin, dans ces trois figures, l'épaisseur totale de la bouche à feu est constante et égale à deux calibres.

Examinons dans chaque cas la valeur de la résistance tangentielle totale faisant équilibre à une pression intérieure, telle que les parois de l'âme atteignent la limite de l'allongement élastique dont elles sont susceptibles, c'est-à-dire à la pression limite que la pièce peut supporter sans déformation permanente.

1° *Cas d'un canon homogène.* — Représentons par Aa l'allongement élastique limite par unité de longueur du métal, et par $A\,A'$ l'effort correspondant par unité de section. D'après la loi de Barlow, les efforts supportés par unité de section par le métal situé à des distances $O\,B$, $O\,C$, $O\,D$, $O\,E$, égales à 2, 3, 4, 5 demi-calibres, sont représentés par $B\,B' = \frac{AA'}{4}$ $C\,C' = \frac{AA'}{9}$ $D\,D' = \frac{AA'}{16}$ $E\,E' = \frac{AA'}{25}$; et la résistance tangentielle totale, faisant équilibre à une pression intérieure, telle que les parois de l'âme atteignent leur allongement élastique limite, sera proportionnelle à l'aire comprise entre la courbe $A'\,B'\,C'\,D'\,E'$ et les droites $A\,A'\,A\,E$, c'est-à-dire à l'espace couvert de hachures sur la figure.

De la courbe des tensions, nous déduisons la courbe des allongements du métal par unité de longueur en chaque point, cette courbe $a\,b\,c\,d\,e$, marquée en traits et points sur la figure, est telle que $\frac{Aa}{AA'} = \frac{Bb}{BB'} = \frac{Ee}{EE'}$ puisque les allongements élastiques sont proportionnels aux efforts subis par unité de section.

(1) Les mêmes couches sont figurées par des hachures du même genre dans les deux figures correspondantes.

2° *Cas d'un canon formé de deux métaux différents.*— Considérons maintenant (fig. 2) le cas d'une bouche à feu formée de deux tubes concentriques M_1 et M_2, ayant chacun 1 calibre d'épaisseur, et superposés *sans serrage initial* mais de telle sorte qu'il y ait contact absolu, c'est-à-dire que la surface externe du cylindre intérieur ne puisse prendre une expansion quelconque sans que la surface interne du cylindre extérieur subisse le même agrandissement.

Pour simplifier le raisonnement, nous admettrons que la loi de Barlow s'applique à chaque manchon *considéré isolément.*

Enfin, la distance de la surface interne du manchon extérieur à l'axe étant de 3 demi-calibres, nous prenons, pour former ce manchon, un métal pour lequel le rapport $\frac{i}{p}$ est 9 fois moins considérable que pour le métal du tube intérieur, que nous supposons être le même que celui de la pièce de la fig. 1.

D'après l'hypothèse admise, la courbe des tensions tangentielles pour le cylindre intérieur au moment où le métal de l'âme atteindra son allongement limite $A\,a$, sera $A'\,B'\,C'$, et la courbe des allongements correspondants sera $a\,b\,c$. Mais pour que M_1 puisse prendre à sa surface extérieure une expansion correspondante à l'allongement $C\,c$, il faut que la surface interne de M_2 subisse le même allongement $C\,c$ par unité de longueur. Or, cet allongement correspond, pour le métal de M_2, à un effort tangentiel $C\,C_1 = 9\,C\,C' = A\,A'$. Appliquant la loi de Barlow dans le 2me manchon, nous obtiendrons, pour la courbe des efforts tangentiels $C_1\,D'\,E'$, telle que :

$$\frac{DD'}{CC'} = \frac{3^2}{4^2} = \frac{9}{16} \text{ d'où } D\,D' = 9\,\frac{CC_1}{16}.$$

$$\frac{EE'}{CC_1} = \frac{3^2}{5^2} = \frac{9}{25} \qquad E\,E' = 9\,\frac{CC_1}{25}.$$

d'où $D\,D' = 9\,\frac{AA'}{16}$, $E\,E' = 9\,\frac{AA'}{25}$,

ou, *dans la fig. 1*, $DD' = \frac{AA'}{16}$, $EE' = \frac{AA'}{25}$.

Donc, pour obtenir les ordonnées de $C_1 D' E'$, il suffit de multiplier par 9 les ordonnées correspondantes de la fig. 1. Passant, pour le manchon M_2 de la fig. 2, de la courbe des tensions tangentielles à celle des allongements correspondants, nous verrons que les allongements en chaque point de M_2 sont les mêmes qu'au point correspondant de la fig. 1, et que la courbe des allongements *a b c d e* est la même dans les deux figures.

Mais, dans le cas de la fig. 2, la valeur de la résistance tangentielle totale qui fera équilibre à la pression intérieure est proportionnelle à la surface $A A' C' C_1 E' E$, tandis que dans le cas de la fig. 1, cette résistance n'était proportionnelle qu'à l'aire $A A' B' C' D' E' E$.

3° *Cas d'un canon composé de 4 métaux différents.* — En répétant le même raisonnement dans le cas d'une bouche à feu formée de 4 manchons $M_1 M_2 M_3 M_4$, épais chacun d'un demi-calibre, et formés de métaux tels que le rapport de l'effort à l'allongement élastique pour chacun d'eux varie comme 1, 4, 9, 16 (fig. 3), on verra que la pression nécessaire pour faire atteindre au métal intérieur son allongement élastique limite $A.a$, devra faire équilibre à une résistance tangentielle totale proportionnelle à l'aire $A A' B' B_1 C' C_1 D' D_1 E' E$. Dans la figure 3, le métal du tube intérieur est supposé le même que dans les figures 1 et 2.

La comparaison de ces trois figures suffit pour montrer qu'à mesure que le nombre des couches de métaux d'élasticité différente, *rangés dans l'ordre indiqué*, augmente :

1° L'effort tangentiel tend à se répartir de plus en plus uniformément dans toute l'épaisseur des parois. Cette répartition deviendrait uniforme à la limite, si le nombre des couches augmentait indéfiniment.

2° Que la résistance tangentielle totale à laquelle la pression intérieure doit faire équilibre pour que la couche

intérieure du métal atteigne sa limite d'allongement élastique $A\,a$, croît avec le nombre des couches, et tend, lorsque le nombre des couches augmente indéfiniment, vers une limite fournie par l'aire du rectangle $A\,A'\,E\,E_1$.

3° Qu'en augmentant indéfiniment l'épaisseur d'une bouche à feu formée de métaux rangés dans l'ordre indiqué, on accroîtrait indéfiniment sa résistance, puisque le rectangle $A\,A'\,E\,E_1$ a l'épaisseur $A\,E$ de la bouche à feu pour base, et cela en égalisant l'effort dans toute l'épaisseur des parois.

Remarquons, en outre, qu'en diminuant l'épaisseur des couches successives *supposées constituées des mêmes métaux que dans la fig. 3*, on arriverait à faire supporter aux couches extérieures des efforts tangentiels plus considérables que ceux subis par les couches intérieures, tandis que le contraire arriverait en augmentant l'épaisseur des manchons successifs. Si donc nous nous proposons, non plus de répartir le plus uniformément possible l'effort dans l'épaisseur des parois, mais d'obtenir un maximum de résistance aux pressions statiques intérieures, il faudra faire en sorte que chaque couche subisse tout l'allongement élastique dont est susceptible le métal dont elle est formée, c'est-à-dire ranger les métaux différents à des distances de l'axe telles, que la fibre intérieure de chaque manchon atteigne son allongement élastique maximum en même temps que la fibre intérieure de l'âme. La courbe $a\,b\,c\,d\,e$ des allongements correspondants à l'allongement $A\,a$, qu'il ne faut pas dépasser, nous permettra d'obtenir facilement les distances à l'axe et les épaisseurs des manchons successifs (suivant que nous chercherons à égaliser les efforts ou à obtenir un maximum absolu de résistance), étant données les limites d'allongement élastique et le rapport $\frac{i}{p}$ pour les métaux dont nous disposons.

Ce qui précède suppose que l'on puisse regarder la loi de Barlow comme exacte dans chaque manchon

considéré isolément, ce qui n'est pas rigoureux. Mais cette explication suffira pour faire comprendre l'application pratique du principe des élasticités variables. Il faut d'ailleurs tenir un compte rigoureux, dans l'application, de la dureté et de la malléabilité relatives des métaux employés, afin d'éviter le martellement et l'étirage qui pourraient se produire si un métal mou, comme le bronze par exemple, se trouvait enfermé entre un corps peu élastique placé à l'extérieur et un tube de faible épaisseur formé d'une matière dure et très-élastique placé intérieurement.

Le principe des élasticités variables est plus rationnel que celui des tensions initiales, puisqu'il laisse toutes les couches dans leur état d'équilibre moléculaire initial normal. Mais il exige le soudage de toutes les couches entre elles, si on veut l'appliquer dans son intégrité. L'emploi de manchons juxtaposés, d'élasticité différente, exige en effet un serrage initial destiné à assurer à la pièce une unité suffisante.

Conclusions générales déduites de ces principes. — Les lois de Barlow et les principes qui en découlent conduisent, comme on le voit, à augmenter indéfiniment le nombre des cylindres concentriques dans la construction d'une bouche à feu, pour accroître sa résistance. L'expérience confirme la théorie en tant qu'il s'agit de pressions statiques; mais un canon soumis aux vibrations et aux chocs résultant des contre-coups locaux des ondes gazeuses, ne possède plus l'unité nécessaire pour résister à ces influences, lorsqu'il est formé d'un nombre trop considérable de parties. Il existe donc à cet égard, dans la pratique, une limite qu'il ne faut pas dépasser; d'ailleurs d'autres conditions qui s'imposent, compliquent encore le problème dont nous cherchons la solution.

Ainsi, il est nécessaire que l'âme possède une dureté et une tenacité suffisantes pour résister aux chocs locaux des ondes gazeuses appelés improprement pressions locales, à l'usure et à l'étirage provenant des frottements et batte-

ments du projectile, et aux affouillements que tendent à produire les courants gazeux qui s'échappent entre les parois de l'âme et du projectile, dans le cas où le vent n'est pas supprimé. Il faut encore tenir compte, dans le choix de l'arrangement des métaux qui composent la bouche à feu, des dilatations longitudinales et transversales qui résultent de l'échauffement de la pièce pendant le tir, et des changements d'équilibre moléculaire qui en sont la conséquence. Enfin, le prix de revient, l'état de l'industrie métallurgique dans chaque pays, la nature des métaux dont on peut disposer doivent être pris en considération.

Grand nombre de systèmes résultant de la complication des éléments. — Ce qui précède permet de concevoir combien il est difficile de réaliser une construction de bouches à feu satisfaisant à la fois aux principes fondamentaux déduits des lois de Barlow et aux conditions que nous venons d'indiquer. C'est ce qui explique le grand nombre de solutions proposées, en Amérique et en Angleterre, par des constructeurs, solutions qui ont donné lieu à une série de systèmes dont nous allons rapidement passer en revue les principaux.

J. Creuzé de Latouche.

(*A suivre.*)

SUR LA PRESSION NÉCESSAIRE
POUR DONNER LE MOUVEMENT DE ROTATION
AUX PROJECTILES DES CANONS RAYÉS,

par le capitaine NOBLE, de l'artillerie anglaise.

[Extrait du *Philosophical Magazine* (Mars 1873).]

1. — J'ai donné, dans une note publiée dans la *Revue philosophique* de 1863 (volume 26e) et ensuite dans la *Revue de Technologie militaire*, le résultat de quelques recherches sur le rapport qui existe entre les forces tendant à produire respectivement les mouvements de translation et de rotation des projectiles dans les canons rayés.

2. — Mon but était d'établir par ces recherches : 1° que dans les canons rayés qui étaient alors en expérience, la force nécessaire pour donner la rotation était seulement une faible fraction de la force nécessaire pour produire la translation ; 2° que dans tous les cas (et ce point a été très-controversé) la rayure n'augmente que d'une façon insignifiante la pression des gaz, et par conséquent aussi le danger d'éclatement de la bouche à feu.

3. — Dans la note dont il s'agit, les formules étaient assez générales pour s'appliquer à tous les systèmes divers de rayures qui étaient alors essayés en Angleterre ; mais elles ne comprenaient pas le cas de la rayure progressive qui a été adoptée depuis dans l'artillerie anglaise pour le canon de 8 pouces et pour tous les canons d'un calibre supérieur. D'ailleurs, nous n'avions pas alors, sur les pressions intérieures produites par l'explosion des poudres, des notions suffisantes pour nous permettre de calculer les valeurs absolues de chacune des deux forces que nous considérions.

4. — Mais depuis l'époque à laquelle cette note a été écrite, on a exécuté, en Angleterre, de nombreuses

expériences, dont les résultats me permettent d'évaluer avec une très-grande exactitude la pression exercée sur le culot du projectile, et la vitesse du projectile en un point quelconque de l'âme. Je puis donc maintenant, non-seulement calculer les valeurs absolues des forces dont je ne pouvais, dans mon ancienne note, qu'indiquer les rapports, mais encore montrer à quel point les ailettes des projectiles de gros calibres ont été soulagées par l'adoption de la rayure à pas progressif connue sous le nom de rayure parabolique.

5. — Avec un peu de réflexion, toute personne qui s'occupe de ce genre d'études se convaincra que dans la rayure hélicoïdale à pas constant, la pression sur les ailettes ou sur toute surface directrice atteint son maximum lorsque la pression sur le culot de l'obus est elle-même maximum, et qu'elle diminue ensuite beaucoup pendant que le projectile s'éloigne de ce point vers la bouche du canon. Dans mon ancienne note, j'établissais que, dans une rayure à pas constant, la pression sur les ailettes était une fraction constante de la pression sur le culot de l'obus, la valeur absolue de cette fraction variant naturellement avec le pas de la rayure. Or, il est évident que la tension des gaz de la poudre est beaucoup moindre quand l'obus arrive à la bouche que quand il part de sa position initiale. Il en résulte donc qu'avec une rayure à pas constant les ailettes ont à supporter des efforts considérables à l'origine du mouvement, tandis qu'elles n'ont presque plus rien à faire vers la bouche.

6. — S'il en est ainsi, la rayure à pas constant a l'inconvénient d'imposer aux ailettes des pressions considérables dans la période initiale du mouvement, et de ne plus leur demander qu'un travail insignifiant vers la fin du trajet dans l'âme. Il est évident alors qu'on peut remédier à cet inconvénient et en même temps donner à l'obus la même vitesse angulaire de rotation à sa sortie, en allongeant le pas de la rayure au fond de l'âme, et en le

diminuant graduellement pour donner à la rayure l'inclinaison finale que l'on désire avoir vers la bouche. En fait, connaissant la loi suivant laquelle les pressions des gaz varient dans l'intérieur de l'âme, il est possible d'en déduire théoriquement un système de rayure dans lequel la pression sur les ailettes restera constante pendant tout le trajet dans l'âme.

7. — Ce sont certainement ces considérations qui ont conduit le Comité d'artillerie, auquel on doit l'application de la rayure progressive à nos canons, à proposer l'adoption de cette rayure. On a choisi, comme la forme progressive la plus simple, la courbe qui, développée sur une surface plane, donne un accroissement uniforme de l'angle d'inclinaison de la rayure. Cette courbe est, comme l'on sait, une parabole; et comme on attribue des avantages considérables à la rayure parabolique, je me propose, dans la présente note, de les examiner et de les évaluer.

Je dois ajouter que je n'avais pas l'intention de faire paraître cette étude avant la publication de toutes les expériences exécutées par la Commission des substances explosives, et d'autres expériences entreprises par M. Abel et par moi-même. Mais je me suis décidé à devancer cette publication à cause de plusieurs assertions mal fondées, récemment faites au sujet de la rayure de Woolwich, qui ont entraîné à beaucoup de discussions, et engendré des inquiétudes nuisibles.

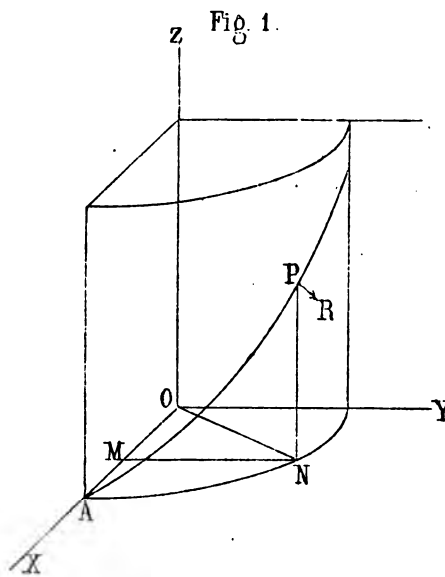
8. — L'objection dont on fait le plus volontiers usage contre la rayure progressive est fondée sur le fait que l'obus se meut avec une vitesse moindre à l'origine que pendant la suite de son trajet dans l'âme; on suppose alors qu'en raison de cette faible vitesse, il faut moins de force pour déterminer la rotation de l'obus. Mais le défaut de cette argumentation réside en ce point que l'on confond la vitesse avec l'accélération. Il est incontestable que l'obus se meut plus lentement à l'origine; mais c'est précisément à ce moment que sa vitesse croît le plus rapide-

ment, et c'est cet accroissement de vitesse qui détermine la pression supportée par les ailettes.

9. — Le premier objet que je me propose est donc d'évaluer la pression exercée sur les ailettes d'un projectile lancé par un canon à rayure parabolique ou à pas uniformément progressif; j'adopterai pour cette recherche les notations dont je me suis déjà servi dans mon ancienne note.

10. — Je prends pour plan des xy un plan perpendiculaire à l'axe du canon. Si l'angle de la rayure commence à zéro, pour croître de manière à faire un tour sur une longueur de n calibres, nous ferons passer le plan des xy par l'origine de la rayure; mais si l'angle de la rayure ne commence pas à zéro, nous ferons pour plus de commodité passer le plan des xy par le point où la rayure suffisamment prolongée ferait avec la génératrice de l'âme un angle nul.

Fig. 1.



Nous choisirons pour axe des z l'axe du canon lui-même, et pour axe des x la ligne OA passant par l'origine A de l'une des rayures; pour plus de simplicité, nous supposerons que la rotation soit déterminée par cette rayure unique. Soit AP la rayure, ou la courbe décrite par le point P, et soit P (x, y, z) le point où nous voulons évaluer la résultante de toutes les forces qui produisent la rotation à l'instant considéré. Soit φ l'angle AON.

11. — Le projectile, pendant son trajet dans l'âme, est soumis aux forces suivantes :

1° la pression des gaz, G, dont la résultante agit suivant l'axe des z;

2° la pression tendant à produire la rotation. Appelant cette pression R, et observant qu'elle s'exerce normalement à la surface de la rayure, nous avons pour exprimer les trois composantes de cette pression suivant les axes coordonnés : $R \cos \lambda$, $R \cos \mu$, $R \cos \nu$, en désignant par λ, μ, ν, les angles que la normale à la rayure fait avec les trois axes coordonnés.

3° le frottement entre l'ailette du projectile et la surface directrice de la rayure. Cette force tend à retarder le mouvement du projectile; sa direction est tangente à la courbe que décrit le point P. Si nous désignons par μ_1 le coefficient de frottement, et par α, β, γ, les angles que la tangente fait respectivement avec les trois axes, les composantes de cette force sont : $\mu_1 R \cos \alpha$, $\mu_1 R \cos \beta$, $\mu_1 R \cos \gamma$.

12. — Faisant la somme X, Y, Z, des forces qui agissent au point P parallèlement aux trois axes, on a :

$$X = R(\cos \lambda - \mu_1 \cos \alpha) \quad Y = R(\cos \mu - \mu_1 \cos \beta) \qquad Z = G + R(\cos \nu - \mu_1 \cos \gamma) \tag{1}$$

et les équations du mouvement sont :

$$M \frac{d^2 z}{dt^2} = G + R(\cos \nu - \mu_1 \cos \gamma) \tag{2}$$

$$M \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = \frac{Yx - Xy}{\rho^2} \tag{3}$$

en désignant par ρ le rayon de giration. Les équations (1), (2) et (3) sont identiques à celles que j'ai données autrefois.

13. — Maintenant, dans le cas d'une rayure dont l'inclinaison croît uniformément, les équations de la courbe, qui par son développement sur une surface plane donne une parabole, peuvent être mises sous la forme :

$$x = r \cos \varphi; \quad y = r \sin \varphi; \quad z^2 = k r \varphi \tag{4}$$

en désignant par r le rayon de l'âme, et par k une constante ; on en tire

$$dx = -r\sin\varphi . d\varphi ; \quad dy = r\cos\varphi . d\varphi$$

$$dz = \frac{kr}{2z} . d\varphi \qquad ds = \frac{r}{2z}\sqrt{4z^2 + k^2}$$

et nous avons, pour déterminer les angles que la tangente à la courbe décrite par le point *P* fait avec les axes coordonnés, les équations :

$$\left.\begin{array}{l} \cos\alpha = \dfrac{dx}{ds} = \dfrac{-2z\sin\varphi}{\sqrt{4z^2+k^2}} \quad \cos\beta = \dfrac{dy}{ds} = \dfrac{2z\cos\varphi}{\sqrt{4z^2+k^2}} \\ \qquad\qquad \cos\gamma = \dfrac{dz}{ds} = \dfrac{k}{\sqrt{4z^2+k^2}} \end{array}\right\} \quad (5)$$

14. — Dans les canons de Woolwich, la surface directrice de la rayure peut être assimilée, sans erreur sensible, à une surface plus simple, dans laquelle la normale à la surface directrice est perpendiculaire au rayon, cette surface elle-même étant engendrée par le rayon de l'âme qui, partant de l'axe des z perpendiculairement à cet axe, rencontre la courbe décrite par le point P. Mais je commencerai par examiner le cas le plus général, où la normale fait avec le rayon un angle quelconque.

Soit donc δ l'angle que fait dans le plan des xy la normale avec le rayon du canon. La surface directrice de la rayure est alors engendrée par une ligne droite qui, restant toujours parallèle au plan des xy, s'appuie sur la courbe décrite par le point P, et est tangente au cylindre droit ayant pour axe l'axe des z, et pour rayon $r\cos\delta$.

Or les équations de la courbe directrice ont été données par les formules (4) ; et l'équation du cylindre, auquel la génératrice de la surface que nous considérons doit rester tangente, est :

$$x^2 + y^2 = (r\cos\delta)^2 \quad (6)$$

Il est facile d'en déduire que les coordonnées x_1, y_1 du

point de contact de la tangente à ce cylindre menée par le point P parallèlement au plan des xy, sont :

$$x_1 = r\cos\delta.\cos(\varphi-\delta) \qquad y_1 = r\cos\delta.\sin(\varphi-\delta) \tag{7}$$

et que l'équation de la surface directrice est :

$$x\cos\left(\frac{z^2}{kr}-\delta\right)+y\sin\left(\frac{z^2}{kr}-\delta\right)=r\cos\delta \tag{8}$$

15. — Les angles que la normale à cette surface fait avec les axes coordonnés sont exprimés, en désignant par F la fonction (8), par les formules :

$$\cos\lambda = \frac{\left(\frac{dF}{dx}\right)}{\sqrt{\left(\frac{dF}{dx}\right)^2+\left(\frac{dF}{dy}\right)^2+\left(\frac{dF}{dz}\right)^2}}$$

avec des expressions similaires pour $\cos\mu$ et $\cos\nu$. Mais

$$\frac{dF}{dx}=\cos\left(\frac{z^2}{kr}-\delta\right) \qquad \frac{dF}{dy}=\sin\left(\frac{z^2}{kr}-\delta\right) \qquad \frac{dF}{dz}=\frac{2z}{k}\sin\delta$$

$$\sqrt{\left(\frac{dF}{dx}\right)^2+\left(\frac{dF}{dy}\right)^2+\left(\frac{dF}{dz}\right)^2}=\frac{1}{k}\sqrt{4z^2\sin^2\delta+k^2}.$$

Par conséquent, les angles que la normale à la surface directrice fait avec les axes sont donnés par les équations :

$$\left.\begin{aligned} \cos\lambda &= \frac{-k\cos\left(\frac{z^2}{kr}-\delta\right)}{\sqrt{4z^2\sin^2\delta+k^2}} \qquad \cos\mu = \frac{-k\sin\left(\frac{z^2}{kr}-\delta\right)}{\sqrt{4z^2\sin^2\delta+k^2}} \\ \cos\nu &= \frac{-2z\sin\delta}{\sqrt{4z^2\sin^2\delta+k^2}} \end{aligned}\right\} \tag{9}$$

16. — En substituant dans (2) et (3) les valeurs données dans (5) et (9) pour les angles α, β, γ, λ, μ, ν, les équations du mouvement deviennent :

$$M\frac{d^2z}{dt^2}=G-R\left[\frac{2z\sin\delta}{\sqrt{4z^2\sin^2\delta+k^2}}+\frac{\mu_1 k}{\sqrt{4z^2+k^2}}\right] \tag{10}$$

$$M\frac{d^2\varphi}{dt^2}=\frac{R.r}{\rho^2}\left[\frac{k\sin\delta}{\sqrt{4z^2\sin^2\delta+k^2}}-\frac{2\mu_1 z}{\sqrt{4z^2+k^2}}\right] \tag{11}$$

et l'on tire de l'équation (11) :

$$R = \frac{M\rho^2}{r\left(\frac{k\sin\delta}{\sqrt{4z^2\sin^2\delta + k^2}} - \frac{2\mu_1 z}{\sqrt{4z^2 + k^2}}\right)} \cdot \frac{d^2\varphi}{dt^2} \qquad (12)$$

17. — On détermine $\frac{d^2\varphi}{dt^2}$ en partant des équations (4):

$$kr\varphi = z^2 \qquad kr\frac{d\varphi}{dt} = 2z\frac{dz}{dt}$$

$$\frac{d^2\varphi}{dt} = \frac{2}{kr}\left[z\frac{d^2z}{dt^2} + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2\right] = \frac{2}{kr}\left[z\frac{d^2z}{dt^2} + v^2\right] \qquad (13)$$

en désignant par v la vitesse de translation du projectile. Substituant cette valeur de $\frac{d^2\varphi}{dt^2}$ dans l'équation (12), on a

$$R = \frac{2M\rho^2}{kr^2\left[\frac{k\sin\delta}{\sqrt{4z^2\sin^2\delta + k^2}} - \frac{2\mu_1 z}{\sqrt{4z^2 + k^2}}\right]} \cdot \left[z\frac{d^2z}{dt^2} + v^2\right]$$

ou pour abréger $R = A\left[z\frac{d^2z}{dt^2} + v^2\right]$

et en substituant la valeur de $\frac{d^2z}{dt^2}$ tirée de l'équation (10):

$$R = A\left[\frac{G.z}{M} - \frac{Rz}{M}\left(\frac{2z\sin\delta}{\sqrt{4z^2\sin^2\delta + k^2}} + \frac{\mu_1 k}{\sqrt{4z^2 + k^2}}\right) + v^2\right]$$

et de cette expression on peut déduire :

$$R = \frac{2\rho^2(Gz + Mv^2)}{\frac{(k^2r^2 + 4\rho^2z^2)\sin\delta}{\sqrt{4z^2\sin^2\delta + k^2}} + \frac{2\mu_1 kz(\rho^2 - r^2)}{\sqrt{4z^2 + k^2}}} \qquad (14)$$

18.—L'équation (14) donne la pression qui s'exerce entre l'ailette du projectile et la surface directrice de la rayure, en un point quelconque de l'âme et pour une inclinaison quelconque de la surface directrice. Mais, ainsi que nous l'avons fait observer précédemment, dans les canons de Woolwich la normale à la surface directrice (c'est-à-dire

la ligne suivant laquelle agit R) peut être, sans erreur sensible, considérée comme perpendiculaire au rayon.

Si donc on fait $\delta = 90^0$ dans l'équation (14) cette équations se simplifie, et la formule qui en résulte donne la pression totale exercée sur les ailettes des canons Woolwich. Posant donc $\delta = 90^0$, l'équation (14) devient :

$$= \frac{2\rho^2\sqrt{4z^2+k^2}(Gz+Mv^2)}{kr^2(k-2\mu_1 z)+2\rho^2 z(2z+\mu_1 k)} \tag{15}$$

19. — Comparons maintenant les équations (14) et (15) qui donnent la valeur de la pression sur les ailettes dans le cas de la rayure parabolique aux équations analogues pour le cas de la rayure uniforme.

Pour une rayure uniforme nous avons, ainsi que je l'ai montré autrefois :

$$R = \frac{2\pi\rho^2}{\dfrac{\mu_1(2\pi\rho^2 k - rh)}{\sqrt{1+k^2}} + \dfrac{(2\pi\rho^2 + rhk)\sin\delta}{\sqrt{k^2+\sin^2\delta}}} \cdot G \tag{16}$$

formule dans laquelle h est le pas de la rayure, k la tangente de l'angle que forme l'hélice avec le plan des xy, les autres lettres ayant d'ailleurs la même signification que nous leur avons assignée dans la présente note.

20. — Dans les canons de Woolwich où $\delta = 90^0$, l'équation (16) devient :

$$R = \frac{2\pi\rho^2\sqrt{1+k^2}}{hr(k-\mu_1)+2\pi\rho^2(\mu_1 k+1)} \cdot G \tag{17}$$

21. — Je vais maintenant appliquer ces formules, et je me propose d'examiner quelles sont les pressions actuellement nécessaires pour donner la rotation à un projectile de 400 livres, lancé par un canon de 10 pouces avec la charge de guerre dans les conditions suivantes : 1° en supposant la rayure du canon à pas progressif telle qu'elle est à présent; 2° en supposant la rayure du canon à pas

parabole. Soient OZ et OY' les axes coordonnés ; soit $OA' = z_1$; $OB' = z_2$ soit θ_1 l'angle que la courbe fait avec l'axe des Z en A, et θ_2 l'angle correspondant en B.

Alors on a d'après la définition de la rayure parabolique :

$$\frac{d^2y'}{dz^2} = \text{constante} = c \quad \frac{dy'}{dz} = cz \tag{21}$$

$$\text{et} \quad y' = \frac{c}{r} z^2 \tag{22}$$

Mais on tire de (21) :

$$\text{tang.}\theta_2 = cz_2 \quad \text{et} \quad \text{tang.}\theta_1 = cz_1$$

d'où $$c = \frac{\text{tang.}\theta_2 - \text{tang.}\theta_1}{z_2 - z_1} = 0{,}047925.$$

Comparant l'équation (22) avec l'équation (4) $z^2 = k r \varphi$, nous avons $y' = r\varphi$ et $k = \frac{2}{c} = 417{,}3$.

L'équation du développement de la rayure parabolique est donc : $$z^2 = 417{,}3 . r\varphi \tag{23}$$

et z_1, la distance de l'origine des coordonnées au commencement de la rayure, est

$$z_1 = \frac{\text{tang.}\theta_1}{c} = 6^{\text{pieds}},555.$$

25.—Je place sous forme de tableau, comme je l'ai fait dans le cas précédent, les résultats fournis par la formule (15) pour les valeurs diverses de z. Les valeurs des constantes sont :

$r = 0^{\text{pied}},417 \quad k = 417{,}3 \quad \rho = 0^{\text{p}},312 \quad \mu_1 = 0{,}167 \quad M = 0{,}00555$

Tableau donnant les pressions supportées par les ailettes dans un canon anglais de 10 pouces, avec une rayure parabolique commençant à un tour pour 100 calibres et se terminant à un tour pour 40 calibres, pressions calculées par la formule (15).

VALEUR DE Z, ou distance au sommet de la parabole, en pieds.	DÉPLACEMENT correspondant du projectile dans l'âme, en pieds.	VITESSE de translation correspondante du projectile, en pieds.	PRESSION TOTALE sur le culot du projectile, en tonnes.	VALEUR DE R, ou pression totale sur les ailettes, en tonnes.
6,555	0,000	0	0	0
6,888	0,333	411	1547	31,2
7,500	0,945	675	1077	28,7
8,389	1,834	873	781	29,0
9,278	2,723	992	621	30,2
10,167	3,612	1078	510	31,4
11,055	4,500	1146	424	32,3
11,944	5,389	1200	356	33,0
12,833	6,278	1245	305	33,8
13,722	7,167	1282	268	34,5
14,610	8,055	1311	240	35,2
15,499	8,944	1333	220	35,8
16,388	9,833	1349	205	36,3

26. — En examinant les valeurs de R contenues dans ce tableau, on voit que la pression totale sur la surface directrice des rayures s'élève à environ 31 tonnes peu de temps après le commencement du mouvement, et le projectile sort de l'âme avec une pression d'environ 36 tonnes sur ses ailettes. Dans le but de rendre ces variations plus facilement comparables, j'ai tracé (fig. 3) les courbes déduites des équations (15) et (17) pour la charge de guerre en poudre *pebble*.

A l'aide de ces courbes, on peut se rendre compte à première vue des pressions exercées sur les surfaces directrices des rayures en un point quelconque de l'âme, tant pour la rayure à pas constant que pour la rayure parabolique. Les abscisses représentent les déplacements du projectile, et les ordonnées donnent les pressions totales correspondantes sur les ailettes.

Les courbes montrent qu'avec la rayure à pas constant,

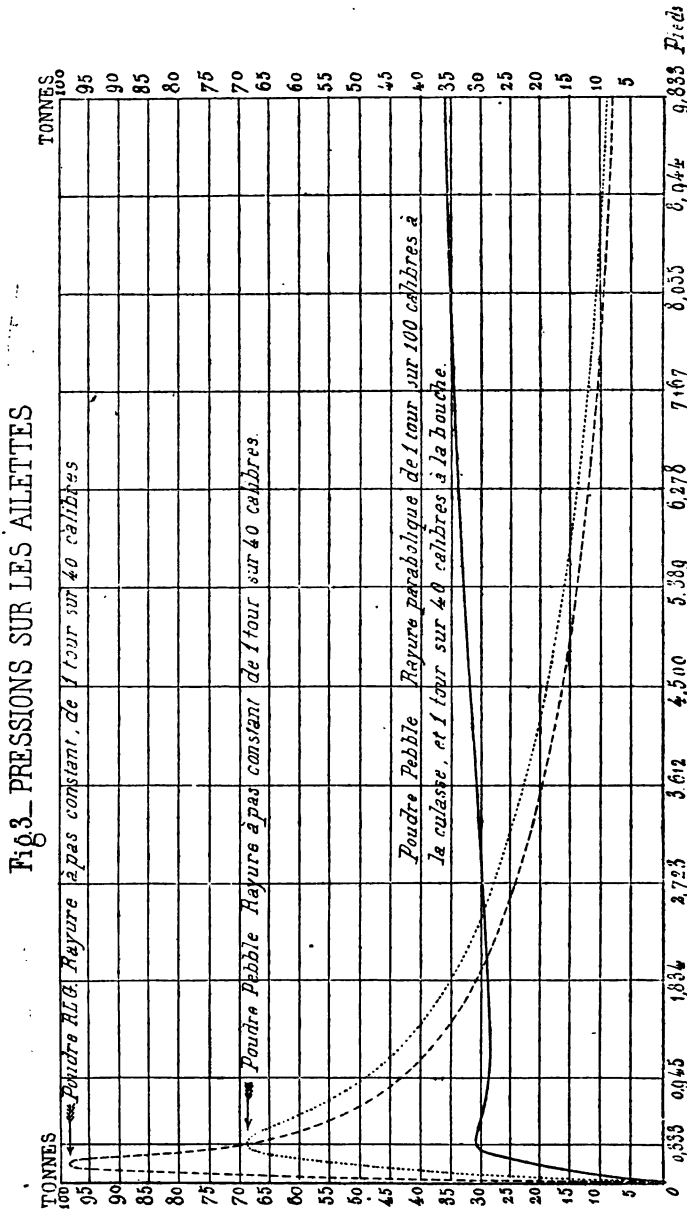


Fig 3_ PRESSIONS SUR LES AILETTES
TONNES
Poudre ALG. Rayure à pas constant, de 1 tour sur 40 calibres
Poudre Pebble Rayure à pas constant de 1 tour sur 40 calibres.
Poudre Pebble Rayure parabolique de 1 tour sur 100 calibres à la culasse, et 1 tour sur 40 calibres à la bouche.
Pieds
0,335 0,945 1,834 2,723 3,612 4,500 5,389 6,278 7,167 8,055 6,944 9,833

la pression sur les ailettes atteint environ 70 tonnes après un déplacement de $0^{pied},3$, et tombe ensuite rapidement jusqu'à la valeur de 9 tonnes à la bouche. Avec la rayure parabolique, au contraire, la pression pour le déplacement de $0^{pied},3$, correspondant au maximum de pression sur le culot, est seulement de 31 tonnes ; elle décroît ensuite légèrement jusqu'à la valeur de 28 tonnes correspondant à un déplacement d'environ un pied ; puis elle remonte graduellement jusqu'au maximum de 36 tonnes, qu'elle atteint à la bouche.

Comme élément de comparaison, j'ai ajouté à la figure une courbe figurant les pressions nécessaires pour donner la rotation à un projectile de 400 livres lancé dans le canon de 10 pouces avec rayure à pas constant, lorsqu'on emploie la poudre *R.L.G.* au lieu de la poudre *pebble*. La courbe a dans ce cas la même forme générale qu'avec la poudre *pebble*; mais les variations sont plus grandes, le maximum de pression étant plus élevé, et la pression à la bouche un peu moindre en raison de la charge plus faible.

27. — Le point suivant nous paraît mériter une attention particulière :

Si le canon était lisse, l'équation du mouvement serait :

$$M\frac{d^2z}{dt^2} = G' \tag{24}$$

et, comparant cette équation avec l'équation (10), nous avons, en supposant que dans les deux cas les accroissements de vitesse sont égaux : (¹)

$$G = G' + R\left[\frac{2z\sin\delta}{\sqrt{4z^2\sin^2\delta + k^2}} + \frac{\mu_1 k}{\sqrt{4z^2 + k^2}}\right] \tag{25}$$

ou dans le cas du canon de Woolwich pour lequel $\delta = 90^0$

$$G = G' + R\left[\frac{2z + \mu_1 k}{\sqrt{4z^2 + k^2}}\right] \tag{26}$$

La conséquence à tirer de ces équations est que la pression des gaz dans les canons à rayure parabolique est

(¹) Si on ne suppose pas les accroissements de vitesse égaux, la réduction de pression déterminée par la suppression de la rayure serait moindre que celle qui est donnée dans le texte.

plus grande que la pression dans les canons lisses, d'une quantité représentée par le dernier terme du second membre de ces équations.

28. Les équations correspondantes, pour une rayure à pas constant, sont :

$$G = G' + R\left[\frac{\sin\delta}{\sqrt{k^2 + \sin^2\delta}} + \frac{\mu_1 k}{\sqrt{1 + k^2}}\right] \qquad (27)$$

ou, si $\delta = 90^0$ $$G = G' + R\left[\frac{\mu_1 k + 1}{\sqrt{1 + k^2}}\right] \qquad (28)$$

29. Je vais faire l'application de ces formules en prenant pour exemple le canon de 10 pouces, et supposant comme précédemment qu'il soit rayé 1° à pas constant, 2° à rayure parabolique ou réglementaire.

Avec la rayure à pas constant, G (voir le tableau) a pour valeur maximum 1547 tonnes; en employant l'équation (28) et les valeurs des constantes données au § 22, on a : $$G' = G - 0{,}245\,R = 0{,}989.G \qquad (29)$$

Ainsi la diminution de pression due à la suppression de la rayure est seulement d'environ 1 p. 100, c'est-à-dire que la pression totale sur le culot du projectile est réduite de 1547 à 1530 tonnes ou la pression qui tend à produire l'éclatement est réduite de 19,7 à 19,5 tonnes par pouce carré. A la bouche du canon, nous trouverons de la même manière que la pression totale est réduite de 205 à 202,8 tonnes, et la pression par pouce carré est réduite dans la même proportion.

30. On déduit de même de l'équation (26) et des valeurs des constantes données au § 25, les valeurs de G' au point correspondant au maximum de pression et à la bouche du canon. Avec la rayure parabolique la pression maximum sur le culot de l'obus serait réduite de 1547 à 1541 tonnes, et la pression qui tend à produire l'éclatement serait réduite de 19,7 à 19,62 tonnes par pouce carré.

A la bouche du canon, les réductions correspondantes sont de 205 à 196 tonnes pour la pression totale, et de 2,61 à 2,49 tonnes pour la pression par pouce carré.

31. Pour plus de clarté, je résume dans les termes suivants les résultats auxquels je suis arrivé :

1° Les pressions qui sont actuellement exercées dans tous les points de l'âme pour donner la rotation au projectile du canon réglementaire anglais de 10 pouces, comparées aux pressions qui seraient exercées si la rayure de ce canon était à pas constant, sont représentées avec une grande approximation par les courbes de la fig. 3.

2° Dans le canon de 10 pouces (et dans les autres canons rayés d'une manière analogue), la pression exercée par les rayures sur les ailettes est seulement une faible fraction (2 ¼ p. 100 environ) de la pression nécessaire pour produire la translation du projectile.

3° La substitution de la rayure parabolique à la rayure à pas constant a réduit d'environ moitié la pression maximum exercée sur les ailettes.

4° La rayure n'augmente que dans une proportion extrêmement faible [1] la pression des gaz ou la force qui tend à produire l'éclatement du canon, quelle que soit d'ailleurs la rayure, parabolique ou à pas constant, du canon. Ce résultat est entièrement confirmé par les expériences de la Commission des substances explosives, qui n'a pas trouvé de différence sensible dans les pressions intérieures du canon de 10 pouces, tiré avec une âme lisse ou avec une âme rayée.

5° Si petit que soit l'accroissement de pression des gaz produit par la rayure, il est encore moindre avec la rayure parabolique qu'avec la rayure à pas constant.

Elswick, 15 février 1873.

Capitaine NOBLE.

Traduit de l'anglais par le chef d'escadron d'artillerie
A. MERCIER.

---

(1) Quoique la rayure n'augmente la tension des gaz que dans une proportion faible, cependant la diminution de résistance que subit un canon par le rayage peut être, et est dans beaucoup de cas, considérable. Mais la discussion de cette question est en dehors des limites de la présente note.

L'ENQUÊTE
SUR L'ORGANISATION DU PERSONNEL DE L'ARTILLERIE.
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS
(*Fin.*)

11. MATÉRIEL ET PERSONNEL NÉCESSAIRES POUR UN ÉQUIPAGE DE PONT DE CORPS D'ARMÉE.

Nombre et espèce des voitures formant l'équipage de pont d'un corps d'armée d'infanterie. — On doit laisser à l'équipage de pont de corps d'armée sa composition actuelle; en augmentant cet équipage, on courrait le risque d'ôter au corps d'armée toute mobilité; en le réduisant, on s'imposerait l'obligation d'augmenter outre mesure l'équipage de pont d'armée.

État-major. — Plusieurs officiers, considérant que le personnel attaché à un équipage de pont comprend des troupes de deux armes différentes, les pontonniers et le train d'artillerie, proposent d'en donner le commandement supérieur à un chef d'escadron d'artillerie assisté d'un adjoint. D'autres officiers, presque en aussi grand nombre, et appartenant pour la plupart au régiment de pontonniers, jugent inutile de créer un état-major particulier: à leur avis, le capitaine de pontonniers directeur de l'équipage de pont suffira à tout, puisque le commandant de la compagnie du train, capitaine en 2e ou lieutenant en 1er, est naturellement son subordonné.

Nombre et composition des compagnies de pontonniers et des compagnies du train. — Une compagnie de pontonniers suffit pour l'établissement d'un pont et l'exécution des travaux accessoires : cette compagnie, d'un effectif de 150 hommes environ, doit avoir au moins 7 maréchaux des logis, l'un d'eux exerçant les fonctions de garde-parc.

Une compagnie du train d'artillerie fournit les attelages nécessaires, les haquets sont attelés à 6 chevaux et les

autres voitures à 4 chevaux seulement : il est indispensable d'avoir un assez grand nombre de chevaux haut-le-pied ($^1/_{12}$ de l'effectif).

12. MATÉRIEL ET PERSONNEL NÉCESSAIRES POUR UN ÉQUIPAGE DE PONT D'ARMÉE.

Nombre et espèce des voitures formant l'équipage de pont de chaque armée. — Il y a lieu de conserver pour l'organisation des équipages de pont d'armée les bases arrêtées en 1853 et 1866.

État-major. — A la tête de l'équipage de pont d'une armée se trouve un état-major composé de :

1 colonel (ou lieut.-colonel), directeur des équipages de pont de l'armée ;
1 chef d'escadron, sous-directeur ;
2 capitaines adjoints ;
1 garde ;
1 ouvrier d'État.

Nombre et composition des compagnies de pontonniers et des compagnies du train. — Le personnel attaché à l'équipage de pont d'armée se compose de deux compagnies de pontonniers et de deux compagnies du train d'artillerie.

13. MATÉRIEL ET PERSONNEL NÉCESSAIRES POUR UN PARC DE SIÉGE.

Nombre, calibre et approvisionnement des bouches à feu composant l'équipage de siége. — Chaque armée doit être pourvue d'un équipage donnant les moyens de bombarder les petites places et d'investir les places plus importantes.

Il y a lieu de constituer en outre deux grands parcs de siége assez richement dotés pour qu'ils puissent suffire à tous les besoins des attaques dirigées contre les places les plus puissamment armées : le matériel de ces parcs, toujours tenu disponible, sera, en cas de besoin, réuni sur les points désignés. Il est impossible d'en fixer dès à présent la composition, puisque l'artillerie de gros calibre va subir prochainement une transformation complète.

Provisoirement, on s'en tiendra aux prescriptions de l'*Aide-Mémoire*, en augmentant toutefois le chiffre des approvisionnements.

État-major. — Dans les circonstances ordinaires, l'état-major placé à la tête d'un parc de siége a la composition suivante :

1 colonel, directeur;
1 lieutenant-colonel, sous-directeur;
2 chefs d'escadron;
4 capitaines;
4 gardes;
3 ouvriers d'État;
1 maître-artificier.

Batteries à pied. — On pourrait utiliser pour le service des bouches à feu une partie du personnel des batteries de l'armée assiégeante; mais plusieurs officiers estiment que ce service doit être confié à des troupes d'artillerie spécialement attachées au parc de siége : ils comptent à cet effet 15 hommes par pièce, les cadres non compris (ou une batterie à pied pour le service de 8 bouches à feu).

Compagnies d'ouvriers et d'artificiers. — On attache au parc de siége une compagnie d'ouvriers et une compagnie d'artificiers.

Compagnies du train d'artillerie. — Toutes les voitures sont attelées à 6 chevaux. Les compagnies du train doivent être en nombre suffisant pour fournir les attelages nécessaires.

14. ORGANISATION RÉGIMENTAIRE.

Régiments mixtes et régiments spéciaux. — L'expérience a montré que l'instruction d'artillerie est aussi complète dans les régiments mixtes que dans les régiments spéciaux, régiments à pied ou régiments à cheval, dont les officiers acquièrent d'ailleurs difficilement une connaissance suffisante des divers genres de service auxquels ils peuvent

être appelés à concourir. Les régiments mixtes se prêtant en outre facilement à l'organisation de brigades d'artillerie permanentes, les régiments spéciaux ne sont conservés que pour deux services particuliers, les équipages de pont et le train d'artillerie.

Nombre et espèce des batteries composant les régiments mixtes. — Composition des dépôts. — Chaque régiment doit être formé de 12 batteries : il a en outre un dépôt fortement constitué, comprenant les cadres de 2 ou 3 batteries.

Régiments spéciaux pour les réserves, le service des parcs et l'armement des places de guerre. — Suivant le plus grand nombre des officiers, il n'est pas utile de confier à des régiments spéciaux le service des réserves et l'armement des places de guerre : mais on doit reconnaître que les avis ne sont pas unanimes à ce sujet.

15. ORGANISATION DE L'ARTILLERIE.

Nombre et composition des régiments d'artillerie destinés à fournir les batteries des quatre armées. — Bien que les régiments spéciaux n'aient pas, au point de vue de l'instruction, une supériorité marquée sur les régiments mixtes, plusieurs officiers les conservent néanmoins dans leurs projets pour arriver à une organisation simple de l'artillerie.

Parmi les systèmes très-variés qui ont été proposés, deux seulement sont reproduits dans un assez grand nombre de mémoires.

Le premier système comprend 40 régiments mixtes : 10 de ces régiments fournissent toutes les batteries d'une armée, et chacun d'eux se compose ordinairement de 10 batteries montées, 2 batteries à pied et 2 batteries à cheval.

Le second comporte 28 régiments mixtes et 8 ou 12 régiments à cheval ; les régiments mixtes fournissent les batteries montées et les batteries à pied : chacun d'eux comprend 10 batteries à pied et 2 batteries montées. Les

régiments à cheval sont le plus souvent formés de 8 batteries.

En outre, 2 régiments de pontonniers, forts chacun de 10 compagnies, sont chargés du service des équipages de pont [1].

CONCLUSIONS GÉNÉRALES RÉSULTANT DE L'EXAMEN DES RÉPONSES.

En résumé, de l'examen des mémoires qu'on vient d'analyser, ressortent un certain nombre de principes dont l'énoncé servira de conclusion générale à cette étude et qui peuvent être formulés ainsi qu'il suit :

1° Deux bouches à feu de campagne de calibres différents sont nécessaires : l'une pour les batteries divisionnaires, l'autre pour les réserves d'artillerie;

2° La batterie de 6 pièces doit être préférée à la batterie de 8 pièces;

3° Les canons à balles, quand il s'en trouve aux armées, doivent, de préférence, être placés dans les réserves d'artillerie;

4° Dans chaque division, les voitures auxiliaires des batteries et les caissons de munitions d'infanterie doivent être réunis en *parc divisionnaire;*

5° Les équipages de campagne doivent comprendre environ 4,2 pièces par 1 000 hommes d'infanterie et 4,4 pièces par 1 000 hommes de cavalerie;

6° Chaque armée doit posséder une réserve générale d'artillerie indépendante des réserves particulières des corps d'armée;

7° Dans une armée composée de trois corps d'armée d'infanterie et d'un corps d'armée de cavalerie, les batteries, au nombre de 83, doivent être réparties de la manière suivante entre les divisions et les réserves :

$^{6}/_{10}$ aux divisions;

---

[1] Les bases d'organisation qui viennent d'être indiquées, ont été proposées par plusieurs officiers, mais elles ne sont pas en rapport avec les éléments inscrits dans le 7me paragraphe et résultant de l'ensemble de tous les projets.

$^3/_{10}$ au réserves de corps d'armée ($^1/_2$ en batteries lourdes, $^1/_2$ en batteries légères);

$^1/_{10}$ à la réserve générale d'artillerie ($^3/_5$ en batteries lourdes, $^2/_5$ en batteries légères);

8° Les parcs de corps d'armée et le parc général de campagne doivent seuls être chargés du transport des réserves de munitions d'infanterie, ce service ne doit jamais être confié aux réserves d'artillerie;

9° L'organisation actuelle des parcs de campagne et des équipages de pont est satisfaisante : celle des équipages de siége devra être établie de nouveau, quand les modifications reconnues nécessaires pour le matériel de siége auront été définitivement arrêtées;

10° Les régiments spéciaux n'ont, au point de vue de l'instruction, aucune supériorité sur les régiments mixtes; et il n'y a pas lieu de les conserver, à moins qu'on n'y trouve certaines facilités pour l'organisation de l'artillerie;

11° Il y a de sérieux avantages à constituer en brigades permanentes l'artillerie des corps d'armée; la mobilisation devient plus facile, et il s'établit une utile liaison entre toutes les batteries d'un même corps d'armée.

III. DÉCISION DU MINISTRE : TÉMOIGNAGES DE SATISFACTION ADRESSÉS A LA SUITE DE L'ENQUÊTE.

Conformément à la proposition qui lui en avait été faite par le président du Comité de l'Artillerie, le Ministre de la Guerre a décidé, à la date du 26 février 1873, qu'une lettre, témoignage de sa satisfaction, serait adressée à chacun des officiers dont les travaux lui avaient été signalés comme méritant une mention particulière; les noms de ces officiers devraient être en même temps cités au *Journal militaire officiel*.

On reproduit ici, textuellement, la Note insérée au *Journal militaire* en exécution des ordres du Ministre.

Témoignage de satisfaction en faveur de divers officiers, pour réponses faites aux questions posées dans l'enquête sur l'organisation du personnel de l'Artillerie (1).

Versailles, le 26 février 1873.

Le comité de l'artillerie, après avoir examiné les réponses faites par les officiers aux questions posées dans l'enquête sur l'organisation du personnel de l'artillerie, a signalé, comme méritant une mention particulière, les travaux de MM. :

MARION,	colonel du régiment d'artillerie-pontonniers.
MOULIN,	colonel du 15e régiment d'artillerie.
CHAPPE,	colonel du 7e régiment.
NORMAND,	chef d'escadron au 2e régiment.
HÜRSTEL,	chef d'escadron aux pontonniers, commandant les compagnies détachées à l'armée de Versailles.
DUCHÈNE,	chef d'escadron à l'état-major particulier de l'artillerie, professeur du cours d'artillerie à l'École d'application d'état-major.
LOUIS,	chef d'escadron au 11e régiment, chef d'état-major de l'artillerie du 1er corps.
BRUGÈRE,	chef d'escadron, major du 30e régiment.
DESMAZIÈRES,	chef d'escadron à l'état-major particulier de l'artillerie, adjoint au chef du 5e bureau de la direction générale du personnel.
NUSSBAUM,	capitaine en 1er au 3e régiment.
PERRUCHOT,	capitaine en 1er à l'état-major particulier de l'artillerie, adjoint aux forges de l'Est.
ERB,	capitaine en 1er au 1er régiment.
JOUART,	capitaine en 1er à l'état-major particulier de l'artillerie, aide de camp du général de brigade de Salignac-Fénelon.
BÈZE,	capitaine en 1er au 30e régiment.
BONNET,	capitaine en 1er au 25e régiment.
PRADELLE,	capitaine en 1er au 1er régiment du train d'artillerie.
ARGOUD,	lieutenant en 1er au 2e régiment du train d'artillerie.

Le Ministre a remercié chacun des officiers ci-dessus désignés, en leur adressant un témoignage de satisfaction.

(1) *Journal militaire*, 1er semestre 1873, page 138.

NOTE

SUR TROIS CANONS DE 4 EN BRONZE, DU SYSTÈME OLRY, EXPÉRIMENTÉS PAR LA COMMISSION DE CALAIS.

1. Données des expériences. — La Commission de Calais avait à soumettre aux essais trois canons en bronze désignés par les lettres A, B, C, construits d'après les mêmes données et ayant même mécanisme de fermeture que le canon en acier n° 3 [1], différant entre eux par le calibre et le pas des rayures.

Principaux éléments des canons.

	CANONS		
	A	B	C
	mm	mm	mm
Diamètre de l'âme sur les cloisons	78,6	76,1	73,6
id. au fond des rayures	81,2	78,7	76,2
Diamètre de la chambre	82,6	80,1	77,6
Longueur de la chambre jusqu'aux rayures	364	374	384
Longueur totale de l'âme	1752	1752	1752
id. en calibres	22 1/2	23	24
Nombre de rayures	12	12	12
Largeur des rayures à la naissance	16,34	15,60	15
id. à la bouche	14	13,25	12,65
Pas des rayures (flanc le plus incliné)	3m,60	3m,25	2m,95
id. en calibres	46	43	40
Poids de la pièce	572k	575k	578k

Chacun de ces canons devait tirer trois sortes d'obus, les uns à culot plat, d'autres à culot sphérique, les troisièmes de forme symétrique, tous à manchon de plomb avec cinq cordons. Les projectiles ont été lestés au poids de 4k,500 au début des expériences et au poids de 4k,900 dans la suite, les obus du canon C ne permettant pas de descendre au-dessous de ce poids.

[1] Voir la livraison de janvier 1873, tome Ier, page 328. Note sur deux canons de 4 en acier frettés d'acier, expérimentés par la Commission de Calais.

Dimensions principales des projectiles.

	CANON A.			CANON B.			CANON C.		
	Obus à culot plat.	Obus symétrique.	Obus à culot sphérique	Obus à culot plat.	Obus symétrique.	Obus à culot sphérique	Obus à culot plat.	Obus symétrique.	Obus à culot sphérique
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Diamètre sur les cordons	81,1	81,1	81,1	78,6	78,6	78,6	76,1	76,1	76,1
id. entre les cordons	78,5	78,5	78,5	76	76	76	73,5	73,5	73,5
id. de fonte au culot	75	75	75	72,5	72,5	72,5	70	70	70
Long. totale sans fusée .	176	238	203,5	198	230	198	222	222	222
id. de la partie ogivale	72	72	72	68	68	68	64	64	64
id. de la partie cylind.	104	94	94	130	94	94	158	94	123
id. de la partie postér.	»	72	37,5	»	68	36	»	64	35

Enfin l'on devait essayer cinq espèces de poudre auxquelles vint s'ajouter, peu après le commencement des expériences, une sixième poudre qui prit le pas sur toutes les autres et avec laquelle on termina la série des essais sur les formes de projectile.

Désignation des poudres.

AA, poudre de guerre ordinaire à canon ;

AB, fabriquée aux pilons, dosage ordinaire, grosseur des grains : 6^{mm} ;

AC, fabriquée aux meules, dosage ordinaire, grosseur des grains : 6^{mm} ; grenée au grenoir Lefébure ;

AD, fabriquée aux meules, dosage ordinaire, grosseur des grains : 6^{mm} ; grenée au maillet ;

AE, fabriquée aux meules, dosage : 75 salpêtre, 10 soufre, 15 charbon, grosseur des grains : 6^{mm} ; grenée au maillet ;

A_1 fabriquée aux meules, dosage : 75 salpêtre, 10 soufre, 15 charbon ; galetée à la presse hydraulique de manière à obtenir une densité de 1,750 et une épaisseur de 4^{mm}, grenée au maillet à pointes.

2. **Mécanisme de fermeture et obturateurs.** — La fermeture est à vis du système Treüille, avec console et charnière latérale. Ce mécanisme a toujours bien fontionné ; mais

il a été nécessaire, dès le début des expériences, de donner du jeu à quelques-unes de ses parties. Ainsi on a dû abattre les arêtes vives qui terminaient, dans chaque secteur, les filets de la vis et de l'écrou, afin de donner de l'entrée et de faciliter le mouvement de rotation de la vis lors de la fermeture de la culasse; on a dû donner beaucoup de liberté au porte-obturateur, dont la tige était trop ajustée dans son logement et trop serrée par la vis-arrêtoir pour pouvoir se lier au mouvement de l'obturateur lors du choc produit par les gaz de la poudre; enfin on a dû complétement modifier la forme de la tête qui était quadrangulaire et qu'on a mise en champignon, forme qui avait donné de très-bons résultats pour l'obturation du canon en acier n° 3. Cette modification a été nécessitée par l'adhérence des crasses, qui, devenant rapidement très-épaisses et très-dures entre la tête de l'obturateur et le logement de cette tête, rendaient très-pénible la rotation de la vis et surtout sa course longitudinale; il importe, pour que le mouvement de la culasse reste facile pendant toute la durée du tir sans qu'on ait besoin de recourir à de fréquents lavages, de donner aux surfaces en contact le moins de longueur possible.

On a employé pour le tir des trois canons des obturateurs en savon. Une seule bouche à feu, le canon A, au début des expériences, a reçu un obturateur en caoutchouc; cet appareil a bien supporté un tir de 101 coups aux charges de 700, 800 et 900 grammes avec les différentes poudres; mais on a dû renoncer à son usage à cause des agrandissements qui se sont produits dans la chambre après le tir de quelques coups à la charge de 1 kil. Le caoutchouc, n'étant plus suffisamment maintenu, cédait sur sa face arrière et se répandait dans les filets de l'écrou et de la vis; il devenait alors très-difficile d'ouvrir la culasse, et d'ailleurs le caoutchouc se détériorait rapidement.

Les obturateurs en savon étaient garnis, outre les coupelles de cuir ou de clinquant qui maintiennent la masse

de savon sur ses deux faces, d'une enveloppe destinée à la recouvrir sur son pourtour, de manière à empêcher toute perte de savon. Les enveloppes essayées étaient en serge, en toile, en cuir et en plomb. Elles ne remplissent toutes qu'imparfaitement l'objet auquel elles sont destinées, attendu qu'au bout d'un nombre plus ou moins grand de coups, suivant leur nature, elles sont usées et le savon se trouve à nu.

Dans cette circonstance, si le tir est lent et que la pièce ne s'échauffe pas sensiblement, la perte de savon est nulle et l'obturateur peut servir un nombre de coups très-considérable (500 ou 600 coups), à la condition toutefois que son logement dans la chambre ne subisse pas un trop fort agrandissement; ainsi, dans le canon A, où, à la suite d'un tir à très-fortes charges (quelques coups, entre autres, à 1400 grammes de poudre A_1 donnant 542 mètres de vitesse initiale), l'agrandissement du logement s'est trouvé de 3 millimètres, l'obturation a cessé de se produire, le savon s'est écaillé et ne s'est plus moulé sur les parois.

Si le tir est rapide et soutenu, il y a, au bout d'un certain nombre de coups (20, 30, 40, suivant la vivacité du feu), ramollissement du savon par suite de l'échauffement de la pièce, et alors le savon s'écoule le long de la tête de la vis et jusque dans les filets au moment de l'inflammation de la charge; la perte de savon est d'autant plus grande à chaque coup que la pièce est plus chaude et que le logement de l'obturateur est plus agrandi; lorsque le savon est tout à fait ramolli, il peut même arriver que, la culasse ouverte, il tombe à terre en lame mince. Quoi qu'il en soit de cette perte, l'obturateur, tout en diminuant d'épaisseur, n'en continue pas moins à fournir une bonne obturation tant qu'il lui reste encore au moins la moitié de son savon.

Lorsqu'on remplace un obturateur épuisé par un obturateur neuf, la pièce étant encore très-chaude, celui-ci ne dure que quelques coups.

De toutes les matières employées pour envelopper le

savon, c'est le plomb qui semble donner la garniture la plus durable. Deux obturateurs garnis de plomb ont été mis en essai : l'un était protégé sur ses deux faces par des coupelles de clinquant; il a donné lieu rapidement à des difficultés de manœuvre qu'on a attribuées au grippement de la coupelle arrière dans le logement de l'obturateur; il a été mis de côté après 130 coups. L'autre était protégé sur sa face antérieure par une coupelle de clinquant, et sur sa face postérieure par une coupelle de cuir; cet obturateur, avec lequel on a tiré 225 coups, a toujours bien fonctionné; cependant on a remarqué que dans un tir prolongé (2 séances de 80 coups chaque) le plomb a remonté sur la coupelle antérieure, s'y est étendu et a laissé le savon partiellement à découvert. La garniture de plomb n'est donc pas inusable, mais elle constitue une amélioration notable. On continue les essais et on espère arriver bientôt à satisfaire aux exigences du service de guerre.

3. Éclatements au repos des projectiles. — Tous les obus ont été coulés sur un arbre à noyau les traversant de part en part; l'ouverture du culot a été fermée au moyen de bouchons filetés, placés les uns naturellement et les autres avec interposition d'un corps étranger, goudron ou sel ammoniac.

Ils étaient pourvus de cannelures intérieures situées les unes dans des plans méridiens, les autres dans des plans perpendiculaires à l'axe du projectile.

La charge de poudre ordinaire qui donne les meilleurs éclatements est celle de 200 grammes.

Les lignes de rupture coïncident toujours avec les cannelures méridiennes, non pas avec toutes, mais elles ne sont jamais en dehors. Quant aux lignes de rupture transversales, elles se produisent autant en dehors des cannelures que sur elles.

Les bouchons filetés du culot paraissent tous avoir une grande adhérence, quel que soit le mode employé pour les mettre en place.

4. Expériences sur les poudres. — Afin de se rendre compte

de la valeur des poudres mises en essai, la Commission a étudié le mode de variation des vitesses initiales imprimées dans chaque canon à l'obus à culot plat lesté au poids de 4k,500 par des charges croissant de 100 en 100 grammes depuis 600 grammes, et elle a calculé le rendement du canon corespondant à chacune de ces charges pour toutes les poudres. On s'est arrêté aux premiers coups tirés à la charge de 1 kil. dans le canon A à cause de l'agrandissement de la chambre manifesté par le mauvais fonctionnement de l'obturateur.

Les résultats obtenus indiquent : que ce sont les poudres *A A* et *A B* qui ont constamment donné les plus grandes vitesses et les plus forts rendements dans les trois canons jusqu'à la charge de 800 gr. et, dans les deux canons du plus fort calibre, à 900 gr.; que la poudre *A E* a toujours été supérieure à la poudre *A C;* qu'à partir de 800 gr. elle dépasse la poudre *A D;* et qu'à 900 gr. elle se tient au niveau de la poudre *A B* dans le canon du plus petit calibre. Il était difficile de se prononcer entre ces trois poudres, le métal de la bouche à feu ne permettant pas de pousser plus loin les essais. Les renseignements reçus de la poudrerie du Bouchet ont déterminé la Commission à faire usage de la poudre *A E* pour commencer les épreuves balistiques, cette poudre offrant le moins de chances de détérioration pour les bouches à feu.

Une nouvelle poudre, désignée A_1, apportée du Bouchet par le capitaine Castan, a permis de tirer le canon A jusqu'à la charge de 1400 grammes et a donné les résultats suivants :

Charges. . . . . kil.	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200	1,300	1.400(1)
Vitesses initiales. . . . . mèt.	365,1	396	425,5	450,2	470,1	502,1	542,5
Rendement du canon	0,145	0,152	0,158	0,160	0,160	0,169	0,183

(1) Chambre pleine.

Quoique l'on n'ait tiré qu'un coup avec chaque charge, on saisit bien l'accroissement continu de la vitesse et du rendement, ce qui indique une poudre à combustion lente

et progressive. Cette qualité est attestée par la manière dont le mécanisme de culasse a toujours fonctionné ; sa manœuvre est restée facile, tandis que le métal de la chambre a été refoulé et a subi de fortes détériorations. Ainsi, avec cette poudre le maximum de pression intérieure s'éloigne de la culasse.

La même poudre a été tirée dans le canon en acier n° 3, à raison de 4 coups par charge ; les résultats de ce tir sont inscrits dans le tableau qui suit :

Charges. . . . . kil.	0,600	0,700	0,800	0,900	1,000	1,100 (1)
Vitesses initiales . . mèt.	344,8	382	411,8	448,7	484	511,2
Rendement du canon . .	0,173	0,182	0,185	0,195	0,205	0,207

(1) Chambre pleine.

Les vitesses initiales obtenues avec le canon en acier sont toutes supérieures d'environ 60 mètres aux vitesses initiales obtenues avec le canon en bronze ; ces deux bouches à feu ayant même calibre, même pas de rayures et tirant le même projectile, la Commission a pensé que cette supériorité du canon en acier devait être attribuée surtout à sa plus grande longueur d'âme qui permet une combustion plus complète de la poudre, à la moindre capacité de sa chambre qui est une cause de plus grande tension des gaz, enfin, et pour une faible part, à la nature du métal qui présente moins de résistance au frottement.

5. Expériences sur les bouches à feu. — Les premières épreuves ont été faites avec la poudre *A E* et les obus à culot plat dans les conditions suivantes :

CANON.	CHARGE.	POIDS DE L'OBUS.	VITESSE INITIALE.
A	$0^k,950$	$4^k,500$	$395^m,4$
B	$0^k,900$	$4^k,500$	$417^m,8$
C	$0^k,900$	$4^k,900$	$411^m,4$

Les résultats du tir ont été compensés, sauf en ce qui concerne la dérivation pour les canons A et C, les circonstances atmosphériques ayant été trop variables pendant le tir de ces pièces pour permettre la compensation de ces éléments.

PORTÉE.	ANGLE de projection.	ANGLE de chute.	DÉRIVATION.	DURÉE du trajet.	ORDONNÉE maxima.	VITESSE RESTANTE horizontale.	VITESSE RESTANTE tangentielle.
mètres.			mètres.	secondes.	mètres.	mètres.	mètres.
			CANON A.				
500	1° 5′	1°15′	»	1.36	2,55	340,3	340,4
1000	2°29′	3° 2′	»	2,95	12,20	294,2	294,6
1500	4° 7′	5°13′	»	4,78	31,10	256	257
2000	6°00′	7°55′	»	6,89	62	224	226
2500	8°10′	11°23′	»	9,30	107	197	201
3000	10°46′	16°11′	»	12,08	175	175	182
3500	14° 1′	22°53′	»	15,29	279	154	167
4000	18°19′	32° 7′	»	19,09	442	138	162
4500	24°34′	44°14′	»	23,90	722	120	168
5000	36°41′	60°32′	»	32,04	1379	97	197

La portée maximum est de 5090 mètres.

			CANON B.				
500	0°57′	1° 5′	0,4	1,27	2, 2	369,8	369,8
1000	2° 9′	2°38′	1,8	2,71	11, 9	325,9	326,3
1500	3°36′	4°31′	4,4	4,36	27, 2	285	286
2000	5°17′	7°10′	8,1	6,26	55	246	248
2500	7°16′	10°28′	13,2	8,49	97	210	213
3000	9°38′	14°56′	19,1	11,15	163	177	183
3500	12°34′	20°58′	23,6	14,38	253	148	158
4000	16°22′	29° 5′	37,4	18,38	397	122	137
4500	21°33′	39°29′	54,7	23,55	628	97	126
5000	29°41′	52°31′	95	31,10	1054	78	129

La portée maximum est de 5330 mètres.

			CANON C.				
500	0°57′	1° 4′	»	1,37	2, 2	332,4	332,5
1000	2° 8′	2°33′	»	2,97	10, 3	296,1	296,4
1500	3°30′	4°22′	»	4,73	26	277	278
2000	5° 3′	6°33′	»	6,59	51	265	267
2500	6°49′	9°11′	»	8,54	88	254	257
3000	8°50′	12°25′	»	10,61	140	239	245
3500	11°10′	16°33′	»	12,87	213	218	228
4000	13°56′	21°44′	»	15,46	313	192	207
4500	17°20′	28°23′	»	18,58	457	162	184
5000	21°43′	36°42′	»	22,56	652	131	164
5500	27°56′	47° 3′	»	28,16	1014	102	133

La portée maximum est de 6010 mètres.

Écarts moyens.

PORTÉE.	CANON A				CANON B				CANON C			
	en direction.	en portée.	suivant la verticale.	suivant la normale.	en direction.	en portée.	suivant la verticale.	suivant la normale.	en direction.	en portée.	suivant la verticale.	suivant la normale.
m.	m.											
500	0,20	»	»	»	0,15	»	»	»	0,25	»	»	»
1000	0,53	»	»	»	0,40	»	»	»	0,60	»	»	»
1500	0,91	11,7	1,07	1,06	0,75	»	»	»	1,00	21,7	1,66	1,65
2000	1,44	16,8	2,34	2,31	1,20	16,2	2,04	2,02	1,50	23,6	2,71	2,69
2500	2,08	25,3	5,09	4,99	1,80	17,7	3,25	3,20	2,20	25,4	4,11	4,05
3000	2,72	37,9	11	10,56	2,80	22,5	6	5,80	3,00	27,7	6,10	5,96
3500	3,55	53	22,37	20,61	4,20	31,1	11,92	11,13	3,97	32,0	9,51	9,11
4000	4,65	70	43,94	37,22	6,10	42,9	23,86	20,85	5,02	46,6	18,58	17,26
4500	6,42	89,3	86,9	62,3	8,45	59	48,6	37,5	6,18	64,5	34,8	30,7
5000	10	109,5	193,8	95,3	11,45	80	104,3	63,5	7,50	84,0	62,6	50,2
5500	»	»	»	»	»	»	»	»	9,40	105,6	113,4	77,3

Le petit nombre de coups tirés à chaque distance (15), le petit nombre de distances de tir (4), les conditions atmosphériques particulièrement défavorables, et les différences de vitesse initiale et de poids des obus, ne permettent pas d'accorder une confiance absolue à la comparaison qui peut être faite des résultats obtenus; néanmoins on reconnaît que le canon B a une trajectoire plus tendue que le canon A, et que la trajectoire du canon C est notablement plus tendue que celle des deux autres; on reconnaît encore que jusqu'à 3 000 mètres le canon B est plus juste que les deux autres, et qu'à partir de 3 500 mètres, c'est le canon C qui prend l'avantage. Dans les conditions où ces premières épreuves ont été faites, la Commission a jugé pouvoir classer les trois canons dans l'ordre de préférence suivant :

Canon C, — canon B, — canon A.

6. Expériences sur la forme des projectiles. — Des obus des trois formes ont été essayés dans le canon en acier n° 3 et dans les deux canons en bronze A et C; le canon A n'a pu participer au tir à cause de l'agrandissement considérable de sa chambre. Tous les obus ont été lestés au même poids, $4^k,900$, et tirés avec la poudre A_1; la charge a été calculée pour chacun d'eux de manière à leur donner à tous la même vitesse.

Pour arriver à ce résultat, on reprit avec chaque canon et chaque projectile le tir des vitesses initiales aux charges de 600, 700, 800, 900 et 1000 grammes, et on construisit pour chaque obus la courbe des vitesses; on prit les vitesses restantes, et on détermina aussi le coefficient balistique de chaque projectile.

Les vitesses initiales obtenues confirment les qualités de combustion déjà signalées de la poudre A_1. On a de plus constaté d'une façon bien nette qu'elles croissent avec les densités de chargement. Les coefficients balistiques des obus symétriques et des obus à culot sphérique sont généralement supérieurs à ceux des obus à culot plat; ces résultats sont en rapport avec les empreintes obtenues dans les écrans; plus les empreintes sont ovales, plus les pertes de vitesse sont grandes. On a choisi pour vitesse commune la vitesse de 425 mètres; c'est la plus grande que l'on puisse avoir sans dépasser sensiblement la charge de $1^k,000$, charge au delà de laquelle on craignait pour la conservation des bouches à feu.

Charges équivalentes.

PROJECTILES.	CANON EN ACIER.	CANON B.	CANON C.
Obus à culot plat.....	$0^k,880$	$0^k,965$	$0^k,936$
Obus symétrique.....	$0^k,890$	$0^k,965$	$0^k,986$
Obus à culot sphérique...	$0^k,862$	$1^k,008$	$0^k,965$

Renseignements relatifs au tir à charges équivalentes.

ANGLE de tir.	ÉLÉMENTS DIVERS.	CANON EN ACIER. Obus à culot plat.	CANON EN ACIER. Obus symétrique.	CANON EN ACIER. Obus à culot sphérique	CANON B. Obus à culot plat.	CANON B. Obus symétrique.	CANON B. Obus à culot sphérique	CANON C. Obus à culot plat.	CANON C. Obus symétrique.	CANON C. Obus à culot sphérique
3°12′	Angle de projection	3°44′	3°44′	3°47′	3°33′	3°31′	3°31′	3°35′	3°32′	3°34′
	Portée . . . . . mètres	1523,4	1505,8	1470,3	1449	1479,7	1459,3	1470,1	1470,7	1449,8
	Dérivation. . . . . id.	0,90	3,52	2,82	4,91	5,31	2,91	3,35	3,25	3,83
	Durée du trajet . . . . . secondes	4,47	4,40	4,44	4,50	4,60	4,60	4,50	4,40	4,50
	Écart moyen en direction . mèt.	0,67	0,78	1,06	1,11	0,69	2,11	1,42	3,49	1,91
	Écart moyen en portée. . . . id.	8,9	29,4	26,4	11,5	8,8	19,2	17,6	22,4	16,8
8°30′	Angle de projection	8°51′	8°51′	8°54′	8°42′	8°41′	8°41′	8°44′	8°41′	8°43′
	Portée . . . . . mètres	2968,0	3033,5	2852,7	2848,8	2929,6	2839,7	2825,7	2952,5	2754,2
	Dérivation . . . . . id.	12,36	10,16	11,26	37,15	34,53	41,43	-5,55	-8,95	-5,87
	Durée du trajet. . . . . secondes	10,44	10,33	10,14	10.46	10,51	10,21	10,83	10,97	10,57
	Écart moyen en direction . mèt.	3,05	2,48	3,10	3,18	2,58	3,56	2,54	3,83	2,81
	Écart moyen en portée. . . . id.	30,2	52,4	25,2	21,0	22,5	33,6	35,7	38,5	38,5
17°12′	Angle de projection	17°31′	17°31′	17°34′	17°21′	17°20′	17°20′	17°23′	17°20′	17°22′
	Portée . . . . . mètres	4489,8	4718,6	4446,5	4224,5	4504,1	4334,4	4229,1	4592,0	4147,7
	Dérivation . . . . . id.	13,38	3,51	6,08	103,03	87,56	108,86	3,85	-5,40	-0,73
	Durée du trajet. . . . . secondes	18,50	18,96	18,55	18,75	19,13	18,95	18,50	18,49	18,28
	Écart moyen en direction . mèt.	8,00	5,50	4,17	3,52	6,09	23,10	5,47	6,81	5,13
	Écart moyen en portée . . . id.	35,3	160,8	50,3	61,7	80,7	49,5	62,7	114,5	168,7
32°	Angle de projection	32°17′	32°17′	32°21′	32°8′	32°7′	32°7′	32°10′	32°7′	32°9′
	Portée . . . . . mètres	5910,0	5912,7	5688,7	5583,7	5912,5	6024,8	5185,9	5779,7	5202,6
	Dérivation . . . . . id.	48,05	-35,20	-65,00	-410,41	-219,96	-418,02	80,4	61,3	75,5
	Durée du trajet . . . . . secondes	32,60	32,02	32,00	31,85	34,00	32,09	29,60	31,40	30,40
	Écart moyen en direction . mèt.	18,50	54,75	32,75	55,20	44,41	26,55	6,3	17,3	7,5
	Écart moyen en portée . . . id.	114,7	474,4	75,3	203,5	208,8	259,4	112,3	295,5	177,5

Ces résultats, obtenus par le tir de 15 coups seulement à chaque distance, n'ont pu être compensés, parce qu'ils sont trop irréguliers; ils mettent néanmoins en évidence:

1° que le canon en acier donne toujours les plus grandes portées;

2° que les obus symétriques ont plus de portée et moins de dérivation que les autres, mais qu'ils ont moins de justesse que les obus à culot plat;

3° que les obus à culot sphérique ne présentent aucun avantage sur les obus à culot plat.

Tels sont les enseignements qu'il semble permis de tirer des expériences faites, mais qu'il est prudent de circonscrire aux obus tels qu'ils ont été établis sans les étendre à tous les projectiles ayant les mêmes formes générales.

Influence de la forme de la tête des fusées. — La tête des fusées a sur la justesse du tir une influence dont on a voulu se rendre compte; pour cela, on a tiré dans le canon en acier n° 3, sous deux angles différents, des obus à culot plat garnis de tampons de quatre formes différentes : à tête hexagonale, à tête tronconique avec méplat de 19^{mm}, à tête conique et à tête hémisphérique.

Des quatre formes essayées, la meilleure est la forme conique; les obus garnis de tampons coniques ont eu de plus grandes portées et plus de justesse. Les tampons tronconiques donnent à peu près les mêmes résultats. La forme hexagonale est la plus mauvaise.

Influence des variations de poids des projectiles. — On a tiré dans le canon en bronze B, sous trois angles différents, des obus à culot plat lestés aux poids de $4^k,500$ — $4^k,800$ — $5^k,100$ — $5^k,400$. Les résultats recueillis ont montré qu'aux distances au-dessous de 3000 mètres, les obus les plus lourds ont moins de portée que les autres, et qu'au delà de 3000 mètres ils en ont davantage; que la dérivation diminue un peu quand le poids du projectile augmente; qu'il en est de même de l'écart moyen en direction, tandis que l'écart moyen en portée semble augmenter.

Il convient de noter que les différences sont petites entre les résultats d'un obus et les résultats de l'obus qui le suit immédiatement dans la série, en sorte qu'une différence de 300 grammes dans le poids des obus peut être considérée comme n'ayant qu'une faible influence sur la justesse de tir.

Conclusions de la Commission. — *Poudres.* — La poudre A_1 a montré une grande supériorité sur toutes les autres

poudres mises en essai ; elle a permis d'atteindre des vitesses initiales plus considérables, des rendements plus forts, tout en agissant avec moins de violence sur la bouche à feu et sur la culasse mobile.

Cependant, même avec la poudre A_1, le bronze ne paraît pas présenter une résistance suffisante pour supporter les pressions qui correspondent à des vitesses initiales égales et supérieures à 450 mètres.

Canons. — Balançant les avantages de la tension de la trajectoire et de la justesse de tir aux grandes distances avec les inconvénients d'écarts initiaux et d'écarts aux petites distances, plus considérables à mesure que le calibre diminue, la Commission a pensé que ce calibre ne devait pas descendre au-dessous de 75 millimètres.

Projectiles. — Les obus à culot plat ont donné les meilleurs résultats. Les obus à culot sphérique ont toujours été inférieurs aux deux autres. Les obus symétriques sont susceptibles d'atteindre des portées beaucoup plus considérables, mais ils manquent de justesse.

La tête de la fusée a une influence sensible sur la portée et sur la justesse ; les formes coniques et tronconiques sont les meilleures ; la forme hexagonale est la plus mauvaise. Lorsque la variation de poids des obus ne dépasse pas $^1/_{15}$ du poids de l'obus, elle n'a qu'une influence très-faible sur la justesse du tir. De deux obus différant notablement de poids, le plus lourd a moins de portée aux petites distances et plus de portée aux grandes.

Obturateurs. — L'obturateur en caoutchouc n'a pas résisté aux fortes charges. Les obturateurs en savon garnis d'une enveloppe fonctionnent bien ; mais cette enveloppe s'use au bout d'un certain nombre de coups et ne retient plus complétement le savon, lorsqu'il est ramolli à la suite d'un tir très-vif. L'enveloppe de plomb est, jusqu'à ce jour, celle qui a donné les meilleurs résultats.

Le Capitaine d'artillerie,
Membre de la Commission d'expériences de Calais,
GUESPEREAU.

NOTE

SUR LE TIR DES OBUS A BALLES DE 4

EXÉCUTÉ PAR LA COMMISSION D'EXPÉRIENCES DE BOURGES

La Commission de Bourges, dans des expériences exécutées pendant les mois de juillet et d'août 1872, a étudié les propriétés du tir des obus à balles de 4 armés de fusées percutantes, et comparé les effets produits par ces projectiles, suivant qu'ils sont munis de fusées Maucourant ou de fusées Demarest.

Les résultats obtenus par la Commission peuvent se résumer de la manière suivante :

L'effet des obus à balles, armés de fusées percutantes, paraît très-satisfaisant lorsque la percussion a lieu à une bonne distance du front des troupes à atteindre, à 25 mètres environ de ce front, pour les distances comprises entre 500 et 800 mètres, à 15 mètres pour des distances plus grandes. Le nombre des balles mises à chaque coup dans les panneaux a été souvent très-considérable ; il s'est élevé quelquefois jusqu'à la totalité du chargement, 80 balles.

Très-satisfaisant au point de vue du nombre d'atteintes dans les panneaux, le tir percutant l'est un peu moins au point de vue de leur dispersion. Bien que la limite assignée aux expériences n'ait pas permis de déterminer la gerbe moyenne de dispersion (1), on a cependant pu conclure de l'inspection des panneaux que les balles ou éclats sont en général un peu trop condensés. Sous ce rapport, le tir fusant est peut-être préférable, et le coup idéal serait probablement donné par une fusée fusante éclatant à bonne

(1) Il n'est question ici que de la gerbe ascendante, la seule qui soit à considérer pour le tir sur les troupes de première ligne.

La gerbe descendante produira en outre des effets meurtriers sur les troupes de deuxième ligne et sur les réserves.

distance et à bonne hauteur. Néanmoins la Commission n'hésite pas à donner la préférence au tir percutant, comme étant beaucoup mieux assuré. S'il est vrai que le meilleur coup puisse être donné par le tir fusant, on est toujours fort incertain de pouvoir l'obtenir, parce qu'on ne peut compter sur une parfaite régularité des vitesses de combustion, durant le trajet du projectile dans l'air.

Une autre difficulté reste d'ailleurs inhérente à ce genre de tir; c'est de le bien régler, même avec des fusées fusantes dont les durées n'offriraient aucune variation; car les observations que peuvent faire les officiers de la batterie laissent souvent une grande incertitude sur les distances et sur les hauteurs auxquelles se produit l'éclatement.

Le tir comparatif entre la fusée Maucourant essayée, agissant comme percutante, et la fusée Demarest, a donné les résultats suivants :

Le système percutant de la fusée Maucourant a fonctionné très-régulièrement à toutes les distances, et n'a donné lieu à aucun éclatement tardif. Toute la difficulté, pour obtenir de bons effets, consiste à régler le tir de manière que l'obus frappe le sol à une distance convenable en avant du but. Cette difficulté existe aussi bien pour la fusée Demarest que pour la fusée Maucourant; elle est complétement indépendante de la valeur intrinsèque des fusées.

Le fonctionnement de la fusée Demarest a toujours été très-incertain aux petites distances; ce n'est que vers 1 200 mètres qu'elle commence à donner des résultats à peu près assurés, la trajectoire, à cette distance, étant assez peu tendue pour que la fusée elle-même vienne frapper le sol, condition indispensable pour son éclatement.

Lorsque les fusées Maucourant ou Demarest éclatent à bonne distance du but, il n'y a d'ailleurs pas de différence sensible dans les effets produits par chacune d'elles, du moins entre 500 et 1 200 mètres. Mais la fusée Mau-

courant éclate à toutes les distances, aux petites comme aux grandes; elle a nécessairement la supériorité sur la fusée Demarest.

En résumé, d'après les conclusions de la Commission :

1° Le tir percutant donne de bons résultats avec une fusée dont le fonctionnement est assuré; il a le grand avantage de pouvoir être employé à toutes les distances où l'on fait usage de l'obus à balles; il se règle facilement, et n'est pas sujet aux variations que donne l'irrégularité de combustion des fusées fusantes;

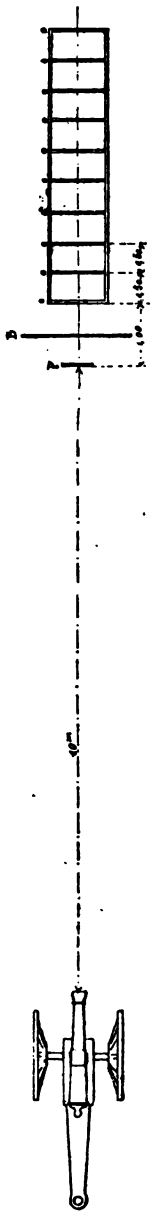
2° La fusée Maucourant, agissant comme percutante, est d'un fonctionnement excellent; elle n'a qu'un seul inconvénient, celui d'exiger une manipulation sur le champ de bataille pour le remplacement du bouchon de transport par le bouchon détonant.

Le tir des obus à balles a donc paru à la Commission mieux assuré avec la fusée percutante Maucourant qu'avec la fusée fusante.

En généralisant la question, on peut remarquer que si l'on parvient à régler avec certitude les durées de combustion des compositions fusantes, non-seulement au repos, mais aussi pendant le trajet du projectile dans l'air, il sera avantageux d'avoir des fusées mixtes, et autant que possible à durée continue.

Mais en attendant que ce problème soit résolu, le tir percutant paraît pouvoir suffire, à lui seul, à la majeure partie des circonstances de guerre. Ce tir conservera d'ailleurs toujours sur le tir fusant l'avantage de se régler plus facilement au moyen des observations que peuvent faire les officiers d'une batterie sur le champ de bataille.

Le chef d'escadron,
Membre de la Commission d'expériences de Bourges,
L. AUDOY.



NOTE

SUR LA SENSIBILITÉ RELATIVE ET LE MODE D'ACTION DES FUSÉES PERCUTANTES DEMAREST ET MAUCOURANT, D'APRÈS LES EXPÉRIENCES DE CALAIS.

La Commission de Calais a exécuté quelques expériences ayant pour but de déterminer la différence de sensibilité et le mode d'action des fusées percutantes des deux systèmes Demarest et Maucourant. Le point délicat de cette recherche consistait à évaluer l'intervalle de temps qui s'écoule entre le moment précis du choc et celui de l'éclatement du projectile. Après plusieurs essais, on s'est arrêté au procédé d'expérimentation suivant :

On a pris un canon de 8 de campagne réglementaire, et on a mesuré la vitesse, à 30 mètres du canon, de l'obus rempli de poudre. Cette vitesse a été trouvée en nombre rond de 330 mètres. Puis on a installé, à 10 mètres en avant de la bouche à feu, et sur le prolongement de son axe, placé horizontalement, une planchette, P, maintenue dans un cadre à rainure, solidement fixé ; à un mètre en arrière de cette planchette, et successivement de $0^m,50$ en $0^m,50$, on a placé des écrans en toile d'un mètre carré, *e*, *e*, *e*, *e*, maintenus parallèles et verticaux par des traverses horizontales. Un panneau en bois, B, percé d'un trou pour le passage du projectile, était interposé entre la planchette et les écrans, afin de protéger ces derniers contre les éclats de bois de la plan-

par vitesse acquise, au moment où se produit un choc d'une direction quelconque, mais d'une intensité suffisante pour produire un ralentissement sensible et assez brusque du projectile. Ainsi, dans la fusée Demarest, l'intensité du choc est à peu près indifférente; mais sa direction est déterminée et doit être à très-peu près en sens inverse de l'axe de l'obus. Pour la fusée Maucourant, au contraire, la direction du choc est à peu près indifférente; mais son intensité doit dépasser une certaine limite correspondante à un ralentissement déterminé de l'obus.

Ainsi les résultats d'éclatement fournis par chaque fusée sont différents, suivant que l'on détermine l'explosion par un choc normal à la tête de la fusée, ou par un choc oblique.

Dans le cas du choc normal :

La fusée Demarest percute contre le moindre obstacle, contre une planche en sapin de $0^m,01$ d'épaisseur, par exemple, et détermine alors l'éclatement d'un obus de 8 à $2^m,35$ au delà de l'obstacle, c'est-à-dire $\frac{1}{140}$ de seconde après le choc ;

La fusée Maucourant ne percute que contre des obstacles d'une résistance supérieure à celle d'une planchette en sapin de $0^m,02$ d'épaisseur; elle peut se désarmer dans quelques cas exceptionnels, contre des obstacles d'une résistance moindre, soit par un choc unique, soit par une série de chocs successifs, par exemple dans des branches d'arbre. Mais quand elle percute, elle détermine l'éclatement d'un obus de 8 à $3^m,77$ au delà de l'obstacle, c'est-à-dire $\frac{1}{87}$ de seconde après le choc.

Dans le cas du choc oblique, tel qu'il se produit au point de chute d'un obus sur le sol, et en supposant un sol parfaitement uni et assez ferme, comme celui de la plage de Calais :

La fusée Maucourant percute à toutes les distances, depuis 50 mètres en avant de la bouche à feu jusqu'aux

portées extrêmes du tir. Jusqu'à la portée de 1000 mètres, la distance du point de chute au point d'éclatement (dont on retrouve les traces distinctes sur le sable) est sensiblement celle de $3^m,77$ trouvée dans le cas du choc normal. Cette distance diminue ensuite, à mesure que la portée augmente, jusqu'à ce que l'obus éclate dans son entonnoir de chute, ce qui arrive pour des portées variables suivant les bouches à feu.

La fusée Demarest au contraire ne percute pas, pour les canons de 4, de 8 et de 12, à des portées inférieures à 1000 mètres. Avec le canon de 7 de Reffye, pour la portée de 1500 mètres, elle donne encore une proportion de 60 coups sur 100 qui n'éclatent qu'au deuxième point de chute. On peut dire en général que, pour déterminer son explosion, il faut que la profondeur du sillon tracé au point de chute soit au moins égale à la moitié du diamètre du projectile; la portée correspondante à cet enfoncement varie naturellement avec la tension de la trajectoire et avec le terrain.

Le chef d'escadron,
Membre de la Commission d'expériences de Calais,
A. MERCIER.

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Fusées pour obus oblongs à balles, de campagne. — A la date du 16 mai 1873, M. le Ministre de la guerre a fait connaître au Comité que, d'après son avis, il donnait des ordres pour « faire remplacer par des fusées percutantes Demarest les fusées à 4 canaux dont sont munis les obus « oblongs à balles de 4, 8 et 12, faisant partie des approvisionnements des batteries des divers corps d'armée et « des batteries organisées dans les établissements de « l'artillerie » — (batteries dont les obus oblongs ordinaires sont déjà armés de fusées Demarest, conformément à la décision ministérielle du 26 février 1872).

Académie des Sciences. — M. Resal, ingénieur des mines et professeur de mécanique à l'École polytechnique, qui est, depuis le 29 novembre 1872, adjoint au Comité de l'artillerie pour l'étude des questions scientifiques, a été élu membre de l'Académie des sciences (section de mécanique), le 2 juin 1873.

Canon-revolver Hotchkiss. — Quelques essais ont été faits dernièrement au polygone de Satory avec un canon-revolver inventé par M. Hotchkiss et destiné au gouvernement italien. Les expériences ont eu surtout pour but de juger la valeur mécanique de cet engin. La nouvelle bouche à feu, du calibre de 4 centimètres, diffère essentiellement des autres mitrailleuses présentées jusqu'à ce jour, surtout en ce qu'elle tire un petit obus en fonte, armé d'une fusée percutante, dont les effets peuvent être redoutables à des distances relativement considérables.

Une description complète de ce canon sera donnée ultérieurement; on se bornera, quant à présent, à quelques détails relatifs aux munitions employées. Ces munitions se composent de cartouches à obus : la cartouche proprement dite est faite d'un tube en fer-blanc soudé suivant

une génératrice et embouti pour former culot ; celui-ci est renforcé intérieurement et extérieurement par deux calottes en fer et fixé par trois rivets sur une plaque en fer plus large, qui forme le véritable culot destiné à soutenir la pression des gaz et à donner prise à l'extracteur. La capsule est fixée au centre de cette plaque. La douille peut contenir 100 grammes de poudre ; une forte bourre en feutre est interposée entre la poudre et le projectile. Dans les cartouches tirées à Satory, la charge était réduite à 80 gr. de poudre autrichienne, et le vide qui en résultait était rempli par deux rondelles de papier gris placées sur la poudre et recouvertes d'un tampon de ouate. L'obus, d'une hauteur totale de 2,5 calibres, est revêtu sur une partie de sa longueur d'une chemise en laiton, avec cannelures, destinée à se forcer dans les rayures ; il pèse 500 grammes et contient une charge de 40 gr. de poudre. La cartouche complète, chargée et amorcée, pèse 800 grammes.

L'obus ne paraît pas suffisamment maintenu dans la douille de la cartouche ; avec quelque effort on l'en arrache simplement à la main, et il est à craindre que, lorsque les cartouches montées seront transportées dans les coffres, les obus ne viennent à se séparer de leurs douilles.

Pour éviter tout accident, le canon-revolver fut mis en batterie à 100 mètres environ de la butte, les obus étant chargés en guerre et armés de leurs fusées percutantes. On tira 40 coups. Au début de la séance, les cartouches déchargées et retirées du canon ne se dégageaient pas régulièrement de l'extracteur ; ce léger défaut fut réparé sur place en quelques minutes, et il ne se manifesta ensuite ni difficulté ni irrégularité dans la manœuvre ; les cartouches étaient d'ailleurs huilées avant d'être employées.

Les cartouches tirées n'ont subi aucune avarie ; elles peuvent être rechargées et utilisées plusieurs fois de suite ; une seule s'est ouverte suivant la soudure, mais sans se rompre ni se déchirer, et sans que l'obturation cessât d'être complète ; elle aurait pu, comme les autres, servir de nou-

veau, à condition qu'on refît la soudure, ce qui ne présente aucune difficulté. Il ne s'est produit qu'un seul raté d'amorce, encore la cartouche est-elle partie au 3e essai, après deux ratés successifs. Il n'y a eu également qu'un seul raté de fusée; les obus traversaient en général le blanc, et l'éclatement n'avait lieu que dans la butte; un seul obus a éclaté à la rencontre du blanc. Un obus enfin s'est brisé dans l'âme, mais cet accident ne doit pas être nécessairement attribué au fonctionnement irrégulier de la fusée, car les obus paraissent assez mal fondus et l'une des parois s'est trouvée souvent, par suite de l'excentricité du vide central, réduite à une épaisseur extrêmement faible.

On a tiré successivement 6 coups en 12 secondes, en plaçant les cartouches une à une, puis 15 coups en 15 secondes, en se servant de boîtes chargées d'avance d'un certain nombre de cartouches; le feu pourrait être soutenu pendant un certain temps à raison de 60 coups par minute, ce qui correspond à 30 kil. de fonte lancés dans cet intervalle de temps. Le tir est d'ailleurs très-régulier, et le pointage ne paraît subir aucune variation notable.

L'obus fournit 12 à 15 éclats assez gros pour être meurtriers à une certaine distance du point d'éclatement; le plus souvent le culot se détache sans se rompre, bien que des lignes de rupture y aient été préparées.

Un inconvénient à signaler est le cuivrage rapide des canons, qui s'est produit pendant ces expériences; il s'est manifesté dès les premiers coups et a augmenté ensuite assez vite. On doit sans doute l'attribuer à la mauvaise qualité du laiton dont était formée la chemise des projectiles.

En résumé, le mécanisme du canon-revolver Hotchkiss a paru d'un fonctionnement sûr et régulier, et ses munitions seraient susceptibles d'un bon service si l'obus était mieux relié à la cartouche. Mais l'obus est d'une fabrication difficile et délicate, et d'un prix relativement élevé.

Ce canon produirait sans doute encore des effets redoutables à des portées se rapprochant de celles de l'artillerie de campagne, et les propriétés explosives de ses projectiles lui assurent sur les autres mitrailleuses une supériorité d'autant plus grande que l'on pourra rectifier le tir par l'observation des points de chute.

(A. Jouart, *capitaine d'artillerie.*)

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE.

Mémoires scientifiques, par Paul de St. Robert. Tome I. Balistique. (Turin, Vincent Bona.)

M. P. de St.-Robert a réuni récemment en un volume les *Mémoires sur la balistique*, qu'il avait successivement fait paraître à partir de 1855. Ces Mémoires, tous en français dans l'édition actuelle, embrassent à peu près toutes les questions qui se rattachent à l'étude du mouvement des projectiles; il suffirait, comme le dit l'auteur, de combler quelques lacunes pour en faire un véritable traité de balistique.

Le premier de ces Mémoires a pour objet l'étude des mouvements des projectiles sphériques dans les milieux résistants, indépendamment de toute hypothèse sur la forme de la fonction qui exprime la résistance. Les équations générales sont très-simples. L'auteur en fait d'abord l'application au mouvement rectiligne, soit dans le cas où le poids du corps est contrebalancé par la résultante des pressions statiques, soit dans celui où le corps se meut verticalement. Il montre que dans cette dernière circonstance, le projectile, quelle que soit son impulsion première, doit s'arrêter dans un temps fini, si la résistance du milieu croît plus rapidement que le carré de la vitesse; or, la loi de la résistance de l'air rentre dans cette donnée, et le calcul montre qu'une vitesse initiale, même infinie,

ne pourrait pas porter un boulet sphérique de 24 à la hauteur des montagnes les plus élevées du globe, ou des régions qu'atteignent facilement les aérostats. On trouve, du reste, en étudiant le tir sous des angles variables, qu'aucune impulsion, dans une direction quelconque, ne pourrait non plus faire franchir à un projectile les limites de l'atmosphère.

Passant au cas le plus général du mouvement, M. de St.-Robert entre ensuite dans la discussion de la trajectoire, qu'il pousse aussi loin que possible sans particulariser la loi de la résistance du milieu, qu'il considère seulement comme une fonction croissant ou décroissant avec la vitesse. Puis il étudie quelques hypothèses dans lesquelles les équations du mouvement peuvent se ramener aux quadratures, notamment celle de la résistance proportionnelle à une puissance quelconque de la vitesse plus une constante, comme l'a supposé d'Alembert. Les équations du mouvement ne pouvant, du reste, s'intégrer que dans un petit nombre de cas, il montre comment on peut calculer les valeurs numériques d'une fonction donnée par des équations différentielles qui ne sont pas intégrables, et il propose trois méthodes différentes d'approximation pour calculer le mouvement, quelle que soit la loi de la résistance.

Enfin, il termine par des applications pratiques de sa théorie, et, admettant que la formule qui représente le mieux la résistance R en fonction de la vitesse u est de la forme $R = A(\alpha + \beta u^2 + \gamma u^4)$, il résout les trois problèmes fondamentaux du tir : 1° déterminer la pénétration d'un projectile dans un milieu solide ; 2° déterminer le mouvement d'un projectile dans le tir de plein fouet ; 3° déterminer le mouvement d'un projectile dans le tir courbe.

Les 3 Mémoires suivants sont consacrés à l'étude du mouvement des projectiles oblongs lancés par les armes rayées. L'auteur montre que les formules de la balistique, établies pour le tir des projectiles sphériques, ne sont pas

applicables au tir des projectiles allongés ; il étudie d'abord le mouvement d'un cylindre droit tournant autour de son axe et lancé dans l'air dans la direction de cet axe, puis le mouvement de ce cylindre lancé dans une direction quelconque, enfin le mouvement d'un solide de révolution animé d'une grande vitesse autour de son axe. Il démontre que, tandis que le centre de gravité du projectile parcourt la trajectoire, celui-ci tourne uniformément sur son axe de figure, qui tourne lui-même, lentement dans l'espace, autour de la tangente à la trajectoire. Il déduit de ce mouvement conique de l'axe de figure, l'explication des dérivations et du sens dans lequel elles se produisent, suivant la position du centre de gravité par rapport au centre de résistance. Il propose une méthode pour calculer la trajectoire par points, quelle que soit la loi de la résistance. Enfin, reprenant la question générale du mouvement des projectiles lancés par les armes rayées, il expose les résultats précédents d'une manière synthétique, et sous forme élémentaire, en s'appuyant sur les théories de la rotation des corps de Poinsot.

Le 5e Mémoire traite, d'une manière générale, un sujet abordé déjà dans le précédent, la similitude des trajectoires que décrivent les projectiles dans les milieux résistants. L'auteur détermine les conditions dans lesquelles deux armes rayées donneront des trajectoires semblables. Bien que les résultats obtenus n'apprennent rien sur la grandeur absolue des trajectoires des projectiles, ils peuvent cependant trouver des applications utiles ; ils permettront, par exemple, de se former d'avance une juste idée du tir d'une bouche à feu d'une réalisation coûteuse, par des expériences faites en petit sur une arme de moindres dimensions et remplissant, par rapport à la première, des conditions déterminées.

Dans son dernier Mémoire, M. de St.-Robert s'occupe des effets de la rotation de la terre sur le mouvement des projectiles. Il résout par de simples considérations géo-

métriques ce problème que Poisson avait traité par l'analyse. Après avoir déterminé les déviations qui résultent du tir au pôle, à l'équateur et sous une latitude quelconque, il applique ses théories à divers exemples.

Il montre que, dans l'hémisphère boréal, le projectile, quelle que soit la direction du tir, est toujours dévié, par l'action du mouvement diurne, vers la droite de l'observateur, de sorte que cet effet s'ajoute à celui de la dérivation ; il a une valeur maximum pour une direction comprise entre le sud et l'est, et une valeur minimum pour une direction opposée. Sur l'hémisphère austral la déviation aurait lieu vers la gauche. Ces déviations, dans les limites extrêmes de portée des bouches à feu, peuvent atteindre plusieurs mètres ; elles ne sont donc pas absolument négligeables, bien qu'elles soient généralement masquées par les déplacements dus aux causes accidentelles ; et elles seraient, sans doute, mises en évidence par l'observation, dans de longues séries d'épreuves, des différences entre les dérivations moyennes correspondant au tir dans les deux azimuts de déviations maximum et minimum.

ERRATA.

	Page	Ligne	Au lieu de :	Lire :
N° d'Avril.	88	3	à $V = \infty$	aux plus grandes vitesses
	88	23	4	IV
	88	27	$\frac{V^2}{q^2} \quad \frac{q^2}{q^2}$	$\frac{r_2}{q_2} \quad \frac{q_2}{q_2}$
N° de Mai.	123	33	$C^{12} H^3 (Az O^4) O^2, HO$	$C^{12} H^2 (Az O^4)^2 O, HO$

Le gérant : CH. NORBERG.

ARTILLERIE ITALIENNE [1]

I. Bouches a feu. — Bouches à feu rayées, antérieures à 1870. — Bouches à feu lisses. — Modèles divers. — Hausses. — II. Affuts et voitures. — Affûts et voitures réglementaires. — Affûts et voitures de modèles divers.

L'artillerie italienne traverse actuellement une période de transformation complète, tant pour les bouches à feu que pour le matériel : les nouveaux modèles, qui sont presqu'une reproduction du matériel prussien, semblent destinés à être bientôt remplacés par des engins plus parfaits. D'autre part, on comprend que l'armée piémontaise, en devenant l'armée italienne par l'absorption successive des armées des différents États de la Péninsule, n'a pu constituer son matériel qu'en maintenant provisoirement en service celui de ces mêmes États. Aussi cette artillerie présente-t-elle une variété de types qu'on ne rencontre chez aucune autre puissance, variété d'ailleurs plus apparente que réelle, pour les bouches à feu du moins ; les canons rayés se trouvaient en effet du même calibre que les canons réglementaires italiens ou ont pu y être ramenés, à l'exception du canon Cavalli, de 16^{c}. Les bouches à feu lisses, au contraire, appartiennent aux types les plus divers ; mais elles sont appelées à disparaître dans un avenir très-rapproché.

L'artillerie italienne divise son matériel en deux grandes catégories : 1° matériel réglementaire ; 2° modèles divers. On va d'abord passer en revue le matériel antérieur à 1870,

[1] La plupart des renseignements suivants sont tirés du *Giornale d'artiglieria* et des excellentes publications du capitaine Ellena.

qui forme un système complet et compose encore seul l'armement réel : on décrira ultérieurement les nouveaux canons de campagne et de côte, se chargeant par la culasse ; ces pièces d'adoption récente ne figurent pas encore dans le service courant.

I. BOUCHES A FEU (1).

Bouches à feu rayées antérieures à 1870. — Les premières bouches à feu rayées ont été adoptées en Italie dès 1860 : le système, successivement développé et complété, comprenait, en 1870, les pièces suivantes :

Canon de 8c B. R., de montagne,
Canon de 9c B. R., de campagne,
Canon de 12c B. R., de réserve et de siége,
Canon de 12c G. R., de place,
Canon de 16c G. R., de siége et de place,
Canon de 16c G. R. C., de côte,
Canon de 22c A. R., de côte,
Obusier de 22c B. R., de siége et de place,
Obusier de 22c G. R. C., de côte.

Toutes ces pièces se chargent par la bouche et se rapprochent plus ou moins du système français, modèle 1858. Leurs formes générales, si l'on excepte le canon de 8c B. R., dérivent presque toutes d'un type unique adopté en 1844, pour la construction de quelques obusiers en fonte. Rendu réglementaire en 1850 pour toute l'artillerie en fonte et enfin appliqué en 1863 aux bouches à feu en bronze rayées, ce type se distingue par les particularités suivantes : Le fond de l'âme est hémisphérique; le canal de lumière normal, ou à peu près, aux parois de l'âme et

(1) Pour toutes les pièces, les calibres sont exprimés en nombre rond de centimètres. La désignation d'une pièce comporte toujours l'indication du métal, du mode de construction et de la forme de l'âme : on emploie pour cela les abréviations suivantes : A. acier. — B. bronze. — G. (*ghisa*) fonte. — C. (*cerchiato*) fretté. — R. rayé. — L. lisse ; cette dernière indication ne se met pas pour les mortiers.

débouchant à peu de distance du centre de la partie sphérique ; la culasse hémisphérique, légèrement excentrique par rapport au fond de l'âme ; la bouche à feu formée d'un renfort et du tronc de cône de la volée et dépourvue d'anses. Ces formes sont un peu modifiées dans les bouches à feu frettées.

Les grains de lumière, de 7 numéros différents, appartiennent au système proposé, en 1845, par Ambrogio Mathis, chef d'atelier à la fonderie de Turin. Le grain s'introduit par l'âme de la pièce, et, une fois mis en place, est maintenu par une rivure faite à sa partie supérieure. Pour les bouches à feu dont la paroi est très-épaisse, le grain proprement dit, renforcé à sa base par une bague d'acier (pl. VIII, fig. 22), ne remplit que la moitié environ du logement : la partie supérieure est occupée par un tube introduit de l'extérieur et vissé dans la paroi. Cette construction a été appliquée aux grains des obusiers de 22^{c} B. R. et G. R. C., ainsi qu'à celui du canon de 16^{c} G. R. C. Tous les autres sont d'une seule pièce : le diamètre du canal est uniformément de $5^{mm},6$.

Rayures. — L'artillerie italienne avait d'abord adopté la rayure française. Les canons de 8^{c} et de 9^{c} B. R. appartiennent à ce système (pl. VIII, fig. 19). Dans d'autres bouches à feu, la rayure rétrécie, au lieu de se prolonger comme dans les pièces françaises, s'arrête immédiatement après le raccordement (fig. 20).

En outre, pour le canon de 9^{c}, on a changé les proportions admises pour le projectile dans le système français ; on l'a allégé, de manière à ramener son poids à 1,5 de celui du boulet rond, tandis que la charge était portée à 1/5 du poids de l'obus.

Dès 1865, des expériences entreprises sur des obusiers de 22^{c} en bronze, munis de la rayure française, avaient permis de constater des dégradations rapides produites par des battements, tant sur les flancs que sur le fond des

rayures : l'essai des canons de 16 G. R. et de 12 B. R. montra également que la plus petite différence de largeur entre la rayure rétrécie et l'ailette qui y est engagée, produit des irrégularités dans le tir et une prompte détérioration de la pièce. L'artillerie italienne adopta alors, pour les pièces de gros calibre, des modifications plus ou moins profondes de la rayure française; ainsi les canons de 12c ont reçu cette rayure, mais les ailettes du projectile présentent un gradin qui leur permet de prendre appui à la fois sur le flanc du tir et sur la cloison voisine. Ce système, qui emploie la rayure rétrécie pour placer le projectile dans la position convenable, peut être considéré comme intermédiaire entre le système français et celui des obusiers italiens (1). (Pl. VIII, fig. 21.)

Pour les canons de 16c, bien qu'ils aient la rayure française, on fait depuis quelque temps usage de projectiles dont les ailettes, de forme convexe, ont une largeur plus grande que celle de la rayure et se comportent par le fait comme celles des obusiers. Cette modification, qui change complétement le mode d'action des rayures sur les ailettes, n'a pas été appliquée aux obus de 12c, parce que les mêmes munitions doivent servir pour les canons en bronze et pour ceux en fonte de ce calibre. Dans les canons en bronze, les angles vifs des flancs seraient très-rapidement arrachés, à cause du peu de dureté du métal et de la grandeur de la charge employée. Cette usure ne se produit pas d'une manière sensible dans l'obusier de 22c B. R., qui emploie une charge relativement faible.

Le sens des rayures n'est pas le même pour toutes les pièces, mais, dans tous les cas, la rayure dont l'origine est opposée au débouché de la lumière, prend le n° 1, et le numérotage, inscrit sur la tranche de la bouche, suit le sens des rayures.

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, tome I, janvier 1873. — *Obusiers et mortiers rayés.*

Canons de 8c B. R. (Pl. VIII, fig. 1 et 2.) — Destiné à la guerre de montagne, le canon de 8c peut se transporter à dos de mulet. Il n'appartient pas au type général de l'artillerie italienne; le bouton de culasse est muni, en dessous, d'une bride mobile en cuivre destinée à recevoir le levier lorsqu'on monte le canon sur le bât ou qu'on l'en descend; le fond de l'âme est plan et raccordé avec la paroi cylindrique par un arrondi d'assez grand rayon. Les rayures tournent de gauche à droite, et la rayure n° 1 n'a pas de prolongement rétréci.

Le canon porte deux guidons en acier, l'un à la bouche, l'autre sur l'embase droite : le canal unique de la hausse débouche à la partie supérieure de la plate-bande de culasse qu'il traverse dans une direction oblique au plan de tir. Un ressort en bronze et une vis de pression fixée au cul-de-lampe servent à maintenir la hausse dans son canal à la position voulue.

Le canon de 8c tire un obus et une boîte à mitraille.

Canon de 9c B. R. (Pl. VIII, fig. 3 et 4.) — Cette bouche à feu constitue l'élément principal de l'artillerie de campagne. Le bouton de culasse est muni de deux anneaux en bronze destinés à recevoir la tête de la vis de pointage : l'axe de la lumière passe par le centre du fond de l'âme; celui des tourillons est très-peu au-dessous de celui de la pièce.

Les rayures tournent de droite à gauche; la rayure n° 1 est pourvue d'un prolongement rétréci.

Il n'y a pour la hausse qu'un seul canal, incliné sur le plan de tir et muni d'un ressort avec vis de pression; la disposition de la hausse permet d'utiliser à volonté les deux lignes de mire déterminées par le guidon d'acier de volée et par celui de l'embase gauche.

Le canon de 9c tire un obus et une boîte à mitraille.

Canon de 12c B. R. — Principalement employé pour les

équipages de siége, le canon de 12^{c} B. R. sert aussi à armer les batteries de campagne de réserve.

Le bouton de culasse n'a pas d'anneaux, et la culasse présente, pour la hausse, deux canaux parallèles entre eux, inclinés sur le plan de tir et correspondant aux deux lignes de mire.

Une surface plane, parallèle aux axes des tourillons et de la pièce, pratiquée sur le renfort entre la plate-bande et l'écusson, permet l'emploi du quart de cercle.

Les rayures vont de gauche à droite; la rayure n° 1 a un prolongement rétréci.

Le canon de 12^{c} tire un obus et une boîte à mitraille.

Canon de 12^{c} G. R. — Le canon de 12^{c} G. R. est affecté spécialement à la défense des places : il est employé par exception dans les équipages de siége, et tire les mêmes projectiles que le canon de 12^{c} B. R.

Les rayures tournent de gauche à droite; la distance de leur origine au fond de l'âme est calculée de manière que la chambre puisse contenir la charge exceptionnelle de 2 kilogrammes, et la rayure rétrécie n'a pas de prolongement.

La pièce porte deux guidons en acier : l'un à la volée, l'autre sur le côté droit; elle ne présente, pour la hausse, qu'un seul canal contenu dans le plan de tir. La vis de pression, destinée à fixer la hausse, ne fait pas partie intégrante de la pièce, comme dans les bouches à feu précédentes.

Canon de 16^{c} G. R. — Entièrement semblable au type précédent; toutefois, les rayures tournent de droite à gauche et la rayure rétrécie est prolongée, sauf pour quelques pièces marquées pour cela des initiales S. P. (*sans prolongement*) gravées sur la culasse.

Le canon de 16^{c} G. R. est employé à l'attaque et à la défense des places : il tire un obus et deux boîtes à mitrailles, dites à *grosse* et à *petite mitraille*.

Canon de 16c G. R. C. (Pl. VIII, fig. 5.) — Le renfort est cylindrique et muni de 8 frettes en acier, dont la première, tangente aux tourillons, prend appui sur un ressaut ménagé dans le métal de la pièce. La rayure est la même, sauf pour l'inclinaison, que celle du canon de 16c G. R.

Le canon n'a qu'un guidon, placé sur le côté gauche : une bride de hausse en bronze est fixée, au moyen de trois vis, sur la face plane de la dernière frette et sur la culasse.

Le canon de 16c G. R. C. est destiné à la défense des côtes contre les navires cuirassés. Aussi, outre l'obus de 16c, lui fait-on tirer un boulet oblong, massif, en acier, du même calibre ; mais les effets de cette pièce sont aujourd'hui insuffisants, et on ne doit plus à l'avenir construire de canon de 16c G. R. C.

On peut, au moyen de quelques modifications, placer le canon de 16c G. R. C. sur l'affût d'obusier de 22c G. R. C. (1). On raccourcit, dans ce but, les tourillons, de manière qu'ils puissent se loger entre les renforts qui ferment extérieurement l'encastrement, et on les enveloppe de manchons excentriques en bronze qui sont fixés par deux vis (pl. VIII, fig. 6), et dont l'axe passe par le centre de gravité de la pièce. Autour de la culasse se place un lien en fer qui se relie à charnière, au moyen d'une chevillette, avec l'appareil de pointage.

Canon de 22c A. R. (Pl. VIII, fig. 7.) — Les rayures du canon de 22c A. R. appartiennent au système de rayures de la grosse artillerie italienne ; elles tournent de droite à gauche.

Les tourillons, de dimensions assez petites, sont revêtus de manchons en bronze, placés à chaud et fixés par des vis ; l'axe de ces manchons passe par le centre de gravité de la pièce. De chaque côté de la culasse, à hauteur de l'axe de la pièce, sont fixés des tenons destinés à la relier aux crémaillères de l'affût. Le grain de lumière

(1) Voir *Revue d'artillerie*, tome Ier, janvier 1873. — *Obusiers et mortiers rayés.*

est en deux pièces, comme au canon de 16c G. R. C.; la bride de hausse est aussi la même : la pièce n'a qu'une seule ligne de mire latérale; le guidon en acier est fixé par des vis sur le corps du canon, un peu au-dessus du tourillon gauche. Enfin, sur la tranche de la bouche, à la hauteur de l'axe, sont vissés deux crochets destinés à donner appui au porte-projectile, comme pour les obusiers de 22c.

Ces canons sont uniquement destinés à la défense des côtes contre les navires cuirassés; ils tirent un boulet massif, mais la charge maxima n'est pas déterminée. Ce type paraît d'ailleurs aujourd'hui abandonné, tant à cause de ses effets insuffisants qu'en raison de la difficulté qu'éprouve l'Italie à se procurer des aciers convenables pour sa fabrication.

Les canons de ce modèle mis en service n'étaient qu'au nombre de neuf en 1870; ils provenaient de l'usine Krupp.

L'Italie possédait également quelques pièces de provenance française; mais bien que la culasse en fût frettée, leur résistance fut jugée insuffisante, et ces pièces ne furent pas maintenues en service.

Obusiers de 22c B. R. et G. R. C. — L'artillerie italienne emploie deux obusiers de 22c rayés : le premier, en bronze, est destiné à l'attaque et à la défense des places; il tire un obus léger et une boîte à mitraille; le second, en fonte et fretté, est affecté à la défense des côtes; il tire uniquement un obus lourd. Ces deux bouches à feu et leurs affûts ont été déjà décrits dans une précédente livraison [1].

Le tableau suivant fait connaître les principales données relatives aux canons et obusiers réglementaires se chargeant par la bouche :

---

[1] Voir tome Ier, janvier 1873. — *Obusiers et mortiers rayés.*

		CANONS							OBUSIERS	
		de 8c B. R.	de 9c B. R.	de 12c B. R.	de 12c G. R.	de 16c G. R.	de 16c G. R. C.	de 22c A. R.	de 22c B. R.	de 22c G. R. C.
Calibre	mm	86,5	96	121,2	121,2	165	165	223,3	223,3	223,3
Longueur de la partie rayée		813	1302	1769	2214,6	2407	2448	4000 (2)	1790	2152
Distance du fond de l'âme à l'origine des rayures		97	136	171	282	310	540	?	200	200
Rayures — Largeur mesurée à la surface de l'âme		25	28	35	35	44	44	?	50,5	50,5
Rayures — Profondeur		2,8	3,6	3,8	3,8	3,5	3,5	?	6,9	6,9
Rayures — Angle du flanc de tir avec le rayon	deg	69°	70°	71°	71°	79°	79°	»	»	»
Rayures — Angle des flancs entre eux		86°	90°	89°	89°	98°	98°	»	»	»
Rayures — Pas et sens (1)	mm	2200 G	2750 D	3250 G	3250 G	4500 D	7000 D	10000 D	5000 D	5000 D
Rayures — Longueur de la partie rétrécie		»	79	97	»	130	100	?	»	»
Rayures — Largeur minima du rétrécissement		16,8	21	24,8	24,8	36,2	36,2	»	»	»
Rayures — Prolongement rétréci		»	85	»	»	130	130	»	»	»
Diamètre des tourillons		68	94	94	119	180	180	350	350	450
Distance de l'axe des tourillons — à celui de la pièce		20	4	4	59,5	86	90	0	0	0
Distance de l'axe des tourillons — à la tranche de la bouche		522	859	1180	1618	1746	1810	2619	1709	1672
Écartement des embases		175	260	260	324	534	600	766	603	798
Ligne de mire de volée — Haut. du guidon au-dessus de l'axe de l'âme		82	118	143	185	239	»	»	»	»
Ligne de mire de volée — Longueur de la ligne de mire		910	1466	1975	2581	2805	»	»	»	»
Ligne de mire de volée — Angle de mire naturel	deg.	0°24′	0°30′	0°30′	1°,0	1°24′	»	»	»	»
Ligne de mire latérale — Haut. du guidon au-dessus de l'axe de l'âme	mm	32	65	75	103	82,5	187	?	160	160
Ligne de mire latérale — Distance du guidon au plan de tir		82	105	123	145	230	240	?	341	474
Ligne de mire latérale — Longueur de la ligne de mire		408	640	765	1201	1278	1312,5	?	942	942
Ligne de mire latérale — Angle de mire naturel	deg.	7°48′	5°48′	1°18′	6°0′	10°0′	0°0′	0°0′	0°0′	0°0′
Inclinaison du canal de la hausse	%	8 %	12 %	8,5 %	»	»	»	»	»	»
Longueur totale de la pièce	mm	1060	1630	2165	2807	3150	3405	?	2421	2765
Poids moyen	kil	100	390	730	1364	3076	4463	8200	2820	4545
Pression sur la vis de pointage, la pièce horizontale		12	43	82	150	290	237	»	»	»
Poids de la charge maxima		0,300	0,900	1,200	2,00 a 1,50 b	3,200	8,00 c 6,00 d	»	3,500	6,000

(1) Les initiales D et G indiquent que la rayure tourne de droite à gauche ou de gauche à droite. — (2) Longueur de l'âme.
a. Charge exceptionnelle pour le tir de plein fouet. — *b*. Charge de guerre. — *c*. Charge pour le tir du boulet massif. — *d*. Charge pour le tir de l'obus.

Bouches à feu lisses. — Le système d'artillerie réglementaire est complété par un certain nombre de bouches à feu lisses, comprenant :

Les obusiers de 22^{c} G. L. et de 15^{c} G. L. ;
Les mortiers de 22^{c} G. et de 15^{c} B. ;
Le pierrier de 5^{c} B. L.

A l'exception du mortier de 15^{c} B., qui entre dans la composition des équipages de siége, toutes ces bouches à feu sont exclusivement affectées à la défense des places.

Les obusiers ont les mêmes formes extérieures que les canons de 12^{c} et de 16^{c} G. R. Une plate-bande remplace le bourlet en tulipe.

L'obusier de 22^{c} présente une chambre cylindrique avec raccordement tronconique : les deux obusiers lancent des obus et des boîtes à mitraille.

Le mortier de 22^{c} a ses tourillons placés à l'extrémité de la culasse (pl. VIII, fig. 8) ; ils sont percés, vers leur tranche, des trous nécessaires pour le passage des esses qui servent à maintenir les anneaux-élingues au moyen desquels on relie le mortier à son affût. Il tire l'obus de 22^{c} et, accidentellement, la bombe de ce calibre ou un paquet de mitraille.

Le mortier de 15^{c} est semblable au mortier français de ce calibre. Il tire l'obus de 15^{c} ou un paquet de mitraille.

Le pierrier est destiné à la défense des fossés; il ne tire qu'une boîte à mitraille chargée de balles en plomb. La bouche à feu est prolongée par une poignée venue de fonte et munie d'une platine à percussion : l'axe des tourillons rencontre celui de l'âme; il y a une légère prépondérance à la culasse; enfin sur le renfort se trouve une hausse mobile analogue à celle des armes portatives. Le pierrier se tire sur une fourche en fer portée par un chandelier. (Pl. VIII, fig. 9.)

Le tableau suivant fait connaître les principales données relatives à l'artillerie lisse réglementaire :

	OBUSIERS		MORTIERS		Pierrier
	de 15c G. L.	de 22c G. L.	de 15c B.	de 22c G.	de 5c B. L.
Calibre.....mm	151,3	223	151,3	223	53
Longueur d'âme, raccordement compris ...	1723,6	2230	240(1)	335	560
Chambre. Diamètre.....	»	152	151,3 98	114	28
Chambre. Longueur.....	»	258	62	138	75
Diamètre des tourillons.....	119	180	90	140	30
Distance de l'axe des tour. à celui de l'âme.	59,5	78	»	»	»
Écartement des embases.....	995	1544	269	601	442
Longueur de la ligne de mire.....	1794,5	2584,5	»	»	535
Angle de mire naturel.....deg.	1°	1°	»	»	0°30′
Longueur totale de la bouche à feu.....mm	2004	2898	424	671	942
Poids moyen..... kil	800	2770	70	490	19,5
Prépondérance, à 1m de l'axe des tourillons	77	276	»	»	»
Pression sur la vis de pointage, la pièce horiz.	112	217	»	»	»
Poids de la charge maxima	0,800	3,500	0,325	1,200	0,043

(1) La longueur est celle de la portion cylindrique de l'âme.

MODÈLES DIVERS.

L'artillerie de modèles divers, maintenue en service, comprend un grand nombre de bouches à feu, presque toutes lisses; elles se classent, d'après leur provenance, en artillerie *piémontaise, napolitaine, française, autrichienne* et *pontificale.*

Les seuls canons rayés de cette catégorie sont les canons piémontais de 16e G. R. (*à 2 rayures*), système Cavalli, de 12e B. R., lourd et léger, ainsi que les canons de l'artillerie pontificale de 12e B. R., lourd et léger, et de 8e B. R., de campagne et de montagne.

Les canons de 12e piémontais ont à peu près les formes extérieures des canons français de ce calibre : ils ont la rayure des canons italiens et tirent les mêmes munitions. Le canon de 16e G. R. (pl. VIII, fig, 10), de forme semblable à celle du canon de 16e réglementaire, a deux rayures du système Cavalli, tournant de gauche à droite : leur fond est concentrique à l'âme et les flancs sont formés par des quarts de cercle tangents au fond de la rayure.

Les principales données relatives à ces bouches à feu sont les suivantes :

	CANONS PIÉMONTAIS		
	de 12c B. R. léger.	de 12c B. R. lourd.	de 16c G. R. à 2 rayures.
Calibre ..... mm	121,2	121,2	165,0
Longueur d'âme	2023	2800	2717
Pas des rayures	3250	3250	3850
Poids de la pièce ..... kil	735	1575	3100

Les bouches à feu de l'artillerie pontificale, à l'exception des canons de 8c, sont presque toutes de fabrication française et de modèles analogues aux modèles français.

L'artillerie lisse comprend les types les plus divers correspondant aux calibres suivants :

Canons de 9e B. L.;
Canons de 18c, 17c, 15c, 13c, 12c et 9c G. L.;
Obusiers de 27c, 24c, 22c, 21c, 20c et 15c G. L.;
Mortiers de 32c, 31c, 27c, 24c, 22c et 15e B.;
Mortiers de 27c, 22e et 15e G.;
Pierriers de 40c B. et G.

Les obusiers de 15e et 22e ont sensiblement les mêmes calibres que les modèles réglementaires, et sont employés dans le service concurremment avec ceux-ci.

Les pierriers peuvent lancer 70 grenades à main ou environ 74 kil. de cailloux.

Mitrailleuses. — L'Italie a, jusqu'ici, fait expérimenter divers systèmes de mitrailleuses ; aucun d'eux n'a été adopté.

Marine. — Les vaisseaux cuirassés de la marine royale sont armés en grande partie de canons en fer forgé des systèmes anglais, soit à rayures *Shunt*, soit à rayures paraboliques de *Woolwich*.

Hausses. — Si l'on excepte la *hausse-quadrant* des obusiers, qui est en fer à T et se place dans une position fixe sur la pièce, toutes les hausses de l'artillerie rayée ita-

lienne sont en laiton et mobiles dans le canal destiné à les recevoir : elles sont graduées en millimètres.

Pour le transport, les hausses sont toujours placées dans des boîtes en bois : avec la hausse-quadrant, la boîte renferme encore ses deux vis, le guidon mobile et sa vis.

La hausse du canon de 8ᵉ B. R. (pl. VIII, fig. 11), dont l'inclinaison est de 8/100, est d'une seule pièce et porte deux crans de mire correspondant aux deux lignes de mire de la pièce.

Pour le canon de 9ᵉ B. R., au contraire, le cran correspondant à la ligne de mire latérale est porté par un bras qui s'adapte sur la tête de la hausse au moyen d'une vis de pression (pl. VIII, fig. 12, 13).

La hausse, dont l'inclinaison est de 12/100, une fois mise en place, reçoit à son extrémité une vis d'arrêt qui la fixe dans sa position ; le bras seul se transporte dans une boîte en bois.

La hausse du canon de 12ᵉ B. R., dont l'inclinaison est de 8,5/100, est pourvue d'un curseur (pl. VIII, fig. 14) et porte une réglette mobile ; celle-ci est maintenue, en dessous, par un coin, et latéralement par deux vis d'arrêt à ses extrémités : on la place dans l'un ou l'autre des canaux pratiqués dans la culasse, suivant la ligne de mire dont on veut se servir.

Dans les canons de 12ᵉ G. R. et de 16ᵉ G. R., les hausses sont droites et munies d'une longue réglette fendue qui porte deux crans de mire écartés entre eux de la distance du guidon au plan de tir. La réglette se fixe par une vis qui fait corps avec la tige de la hausse (pl. VIII, fig. 15); une autre vis sert à fixer la hausse dans son canal.

La même hausse sert pour les canons de 16ᵉ G. R. C. et de 22ᵉ A. R. (pl. VIII, fig. 16). Elle est munie d'un curseur et d'une réglette conduite par un pignon et limitée dans son mouvement par des vis d'arrêt placées à ses extrémités.

Enfin les canons de 12e B. R. piémontais emploient la hausse des canons de 12e G. R., et les canons de 16e R. G., à deux rayures, ont une hausse analogue à celle des canons réglementaires de ce calibre.

Quant aux canons et obusiers lisses, réglementaires ou de modèles divers, ils sont généralement pourvus de hausses fixes, comme les anciens canons de campagne; quand cette hausse n'existe pas, on se sert d'une hausse en bois analogue à la vieille hausse de siége française.

Quarts de cercle. — Pour le pointage des mortiers et pour celui des obusiers et canons sous les grands angles, on se sert de quarts de cercle : il y en a de deux modèles, le quart de cercle de batterie, et le quart de cercle à niveau et à pendule.

Le premier (pl. VIII, fig. 17) est formé d'une planchette recouverte d'une feuille de laiton : celle-ci porte la graduation et derrière elle se meut un pendule en fer, muni d'un indicateur apparent le long du limbe. Il est gradué en degrés de 0° à 90°.

Le quart de cercle à niveau (pl. VIII, fig. 18) n'est gradué que jusqu'à 65°. Il se compose d'une plaque en laiton bordée d'un cadre sur les côtés de l'angle droit, d'un niveau et d'un pendule en acier. La plaque porte la graduation circulaire en degrés, et présente, au-dessous de celle-ci, une fente concentrique dans laquelle glisse le guide du niveau. Ce guide fait saillie derrière la plaque et sert à fixer contre elle, au moyen d'une vis de pression, le niveau à la position voulue. La monture du niveau est munie d'un vernier qui permet d'apprécier les dixièmes de degré.

Le pendule oscille librement autour d'un axe parallèle à la plaque, le long d'une graduation en millimètres tracée sur le cadre de l'instrument : il est au zéro quand le quart de cercle repose sur un plan horizontal.

En principe, les officiers seuls doivent se servir du quart de cercle à niveau.

II. AFFUTS ET VOITURES.

Éléments communs. — *Roues.* — Les roues en service forment une série numérotée de 1 à 13; elles sont toutes du modèle ordinaire, sauf la roue n° 10, destinée aux affûts de place. La nouvelle roue à moyeu métallique, adoptée pour l'affût en tôle d'obusier de 22c B. R., n'est pas classée dans la série. Le diamètre des roues varie de $0^m,83$ à $2^m,30$ et leur poids de 23 kil. à 251 kil.

Toutes les voitures de campagne, excepté le chariot de batterie, emploient, pour l'avant et l'arrière-train, la même roue n° 4. Le chariot de batterie a une roue spéciale pour chaque train.

Il y a en outre trois roulettes en bois et trois roulettes en fonte, ces dernières destinées exclusivement aux affûts de casemate et aux châssis de place.

Essieux. — La série des essieux comprend six essieux en fer: en dehors de cette série se trouvent l'essieu en bois d'affût de montagne, l'essieu d'affût d'obusier de 22c B. R., et enfin les demi-essieux d'affût de campagne. Il y a cinq esses, cinq rondelles de bout et cinq rondelles d'épaulement d'essieu.

Le même essieu n° 5 sert pour toutes les voitures de campagne, à l'exception des affûts.

Timons. — On compte trois timons, tous analogues au timon de siége français. Le n° 1 est employé pour les voitures de siége et le triqueballe à treuil, le n° 2 pour le chariot porte-corps à roulettes, et le n° 3 pour les voitures de campagne et de l'équipage de ponts, pour les chariots de parc et de transport, et pour les avant-trains de place. Ils pèsent respectivement 36, 15 et 30 kil.

Palonniers. — Toutes les voitures sont munies de palonniers : il n'y en a qu'un seul modèle, du poids de 5 kil. environ.

Matériel de montagne. — L'affût, la forge et les caisses sont entièrement semblables aux modèles français : l'affût est

disposé de même pour être porté à dos de mulet ou traîné avec une limonière.

Suivant leur compartimentage, les caisses servent au transport des munitions de 8ᶜ, des munitions d'infanterie ou des objets divers.

La caisse à munitions de 8ᶜ est partagée en 10 cases, dont 9 à obus et 1 pour boîte à mitraille : au-dessus des projectiles se loge une boîte renfermant les sachets. Lorsqu'elle sert à transporter les munitions d'infanterie, la caisse reçoit 110 paquets de cartouches pour armes se chargeant par la culasse, soit 880 cartouches.

Traîneau. — Dans les chemins de montagne non carrossables, on se sert de traîneaux (pl. IX, fig. 1) pour le transport des bouches à feu séparées de leurs affûts. Des anneaux fixés sur les flasques servent à recevoir les cordes avec lesquelles on traîne la voiture et, quand le chemin le permet, on y adapte un essieu en bois avec roulettes ; pour ne pas gêner dans les passages étroits, cet essieu est mobile et ne se fixe qu'au moyen de clous ; il est renforcé en dessous par un fort équignon en fer.

Matériel de campagne. — *Avant-train de campagne, modèle 1863.* — L'avant-train est commun à l'affût de campagne, aux caissons de 9ᶜ, de 12ᶜ et d'infanterie, ainsi qu'à la forge ; le compartimentage seul du coffre diffère suivant la destination de l'avant-train.

La construction générale de celui-ci est celle des avant-trains français ; il se distingue par la disposition des arrêtoirs de coffre et surtout par celle de la cheville-ouvrière. Comme les timons n'ont pas de branches de support, on obtient une sorte de contre-appui de l'arrière-train en reportant la cheville ouvrière fortement en arrière et l'implantant à l'extrémité de la fourchette contre laquelle peut alors s'appuyer le bout de la flèche de l'arrière-train. Le timon est fixé par une cheville à la romaine qui traverse horizontalement la fourchette et est maintenue en place par une clavette.

Le coffre d'avant-train, aménagé pour munitions de 9c, est partagé en deux demi-coffres par une séparation principale et en 60 cases par des séparations secondaires : le chargement comprend 50 obus et 10 boîtes à mitraille ; les sachets sont placés au-dessus des projectiles dans de petites caisses à poudre sans couvercle. Quand le coffre doit recevoir des munitions de 12c, les séparations secondaires forment seulement 24 cases, dont 22 pour obus et 2 pour boîte à mitraille. Les sachets sont placés par-dessus dans des caisses à poudre, sans couvercle. Pour le transport des cartouches d'infanterie, la séparation principale seule subsiste ; le coffre renferme 875 paquets de cartouches, soit 7 000 cartouches pour armes se chargeant par la culasse.

Affût de campagne, modèle 1844. — L'affût de campagne, commun aux canons de 9c et 12c B. R., est, comme construction, intermédiaire entre les affûts Gribeauval et les affûts plus modernes, dits de modèle anglais. Il se compose de deux demi-flèches (pl. IX, fig. 2) surélevées vers la tête au moyen de flasques rapportés et embrevés sur elles ; du côté de la crosse, elles se rapprochent et sont réunies par un bout de crosse-lunette. Les demi-flèches sont assemblées avec un fort corps d'essieu, cylindrique, en bois, présentant à sa partie postérieure un pan coupé dans lequel est encastré l'essieu : celui-ci est formé de deux demi-essieux (pl. IX, fig. 3) réunis par une plaque d'assemblage, et fixé, au centre par un boulon, à chaque bout par un étrier. Cette disposition a pour objet de permettre de changer un essieu sans démonter entièrement l'affût.

L'appareil de pointage comprend une vis à tête plate percée d'un trou, un écrou à manivelle en bronze et un porte-écrou aussi en bronze et muni de tourillons. Une chevillette sert à réunir la vis au bouton de culasse. Quand l'affût doit recevoir les canons de 12c dont la culasse dépasse beaucoup la position de la vis de pointage, on adapte

à l'affût une semelle en fer (pl. IX, fig. 4), dont une extrémité, réunie à la tête de la vis, supporte la culasse, tandis que l'autre se relie à une bride qui embrasse le corps d'essieu et est fixée par le boulon d'essieu.

Enfin, sur le côté droit de l'affût, un coffret en tôle sert à loger les menus objets nécessaires pour le service de la pièce.

L'affût, outre les canons de 9c et de 12c B. R. réglementaires, peut recevoir le canon de 12c B. R. léger, et l'obusier de 15c G. L.

Caissons — Le caisson modèle 1844, pour munitions de 9c et le caisson modèle 1850, pour munitions de 12c, ont la disposition générale des caissons français ; toutefois, l'essieu porte-roue est monté sur un axe qui traverse deux coussinets fixés sur les brancards ; entre ceux-ci et la flèche se trouvent deux coffrets ouvrant par devant et fermés en dessus par un couvercle en tôle (pl. IX, fig. 5); de plus, dans le caisson de 12c, la flèche est armée, comme l'affût, de deux poignées vers la lunette.

On doit remarquer la disposition donnée à la lunette au-dessus du bout de la flèche, afin que la tranche de celle-ci forme appui contre celle de la fourchette de l'avant-train, comme on l'a dit plus haut.

Le coffre d'arrière-train pour munitions de 9c est plus petit que celui d'avant-train : il est partagé en 40 cases seulement, dont 32 pour obus et 8 pour boîte à mitraille ; des caisses à poudre renferment les sachets. Pour les munitions de 12c, le coffre d'arrière-train contient le même nombre de coups que le coffre d'avant-train. Bien qu'il n'existe pas d'autre coffre pour les munitions de 12c, le caisson et le coffre correspondant, modèle 1850, doivent être considérés comme d'un modèle abandonné.

Le transport des munitions d'infanterie s'effectue au moyen du caisson modèle 1844, qui, dans ce cas, reçoit à l'arrière-train le même coffre qu'à l'avant-train. Le caisson porte alors 21 000 cartouches.

On peut aussi employer le caisson de 12c avec coffres modèle 1850; ceux-ci reçoivent alors 945 paquets de cartouches, et la voiture porte 22 120 cartouches, avant-train compris.

Forge de campagne. — Le soufflet est placé entre les deux trains, la tuyère tournée vers le derrière de la voiture. Là se trouve le foyer: cette disposition, qui permet aux ouvriers de l'aborder facilement, semble préférable à la disposition inverse adoptée pour le matériel français. Deux longs coffres placés à droite et à gauche du soufflet, servent à recevoir les divers approvisionnements et outils.

Chariot de batterie. — La disposition générale de la voiture rappelle celle du chariot de parc français. L'avant-train (pl. IX, fig. 6) a des roues basses, et la cheville ouvrière est placée au centre d'une bande de frottement portée par une sassoire

L'arrière-train (pl. IX, fig. 7), fermé à chaque bout par un hayon mobile, est réuni à l'avant-train par une échantignolle assez élevée; un coffre inférieur relie d'autre part les brancards à l'essieu. Enfin, à l'arrière de la voiture se trouve un treuil avec cordage, comme aux voitures fourragères. Une roue de rechange peut se placer en avant, contre le hayon, le moyeu engagé dans une entaille circulaire pratiquée sur celui-ci, et la jante maintenue par deux coussinets fixés sur l'entretoise. Cette voiture, dont la construction paraît bien entendue au point de vue de son service spécial, est destinée au transport des rechanges, du fourrage, des harnais et autres objets appartenant à la batterie. Elle peut porter 180 rations de fourrage et d'avoine, celle-ci étant placée en sacs dans le coffre inférieur.

Dans les batteries, le chariot est muni d'un coffre renfermant les outils des ouvriers.

Matériel de siége. — *Avant-train de siége.* — L'avant-train, dit de siége et place, est analogue à l'avant-train de l'ancien chariot à canon de l'artillerie française : le timon est

renforcé en dessous par un tirant en fer formé de trois tiges articulées entre elles par leurs extrémités; la chaîne ainsi formée est fixée d'un côté au bout de timon et de l'autre au corps d'essieu. Le timon porte en outre une volée de bout de timon avec palonniers. (Pl. IX, fig. 10.)

Affûts de siége et place pour canons de 12^{c} *G. R. et de* 16^{c} *G. R.* — La disposition de ces affûts est celle des affûts Gribeauval : seulement la tête des flasques est surélevée au moyen de grands tasseaux embrevés sur eux (pl. IX, fig. 8); les flasques sont assemblés au moyen d'un corps d'essieu et de trois entretoises, dont deux de tête et une de crosse. L'appareil de pointage comprend une semelle comme dans l'affût de campagne, et dans l'affût pour canon de 16^{c}, le porte-écrou de la vis de pointage peut prendre deux positions de hauteur différente, suivant l'angle de tir. Dans ces affûts, la position de route est distincte de la position de tir.

L'affût de 12^{c} peut recevoir les canons de 12^{c} G. R., de 12^{c} et de 9^{c} B. R. et l'obusier de 15^{c} G. L., moyennant l'emploi de manchons de tourillons, lorsque cela est nécessaire pour racheter la différence d'écartement des embases (1).

L'affût de 16^{c} peut aussi recevoir l'obusier de 22^{c} G. L.

Affût de siége et place en tôle de fer pour obusier de 22^{c} *B. R.* — Cet affût a déjà été décrit en détail dans la *Revue d'artillerie*, 4e livraison, janvier 1873.

Voitures de siége. — Les voitures employées dans les équipages de siége sont : le *chariot de parc*, le *chariot de parc couvert* et le *chariot porte-corps*. Ces voitures ressemblent entièrement aux voitures françaises de même nom; seulement le chariot de parc est beaucoup plus élevé au-dessus des essieux, et le chariot de parc couvert est muni d'un couvercle qui lui donne tout à fait l'apparence

(1) Cet affût doit être remplacé par un affût en tôle de fer, actuellement à l'étude et semblable à l'affût pour obusier de 22^{c} B.R. Seulement ses flasques sont bordés, au lieu de cornières, d'un simple pli à angle droit de la tôle qui les forme. Le poids de l'affût est un peu moindre que celui de l'affût en bois.

du caisson du train des équipages militaires. Le chariot porte-corps, suivant sa destination, reçoit des coussinets porte-culasse et porte-volée, ou un cadre de transport.

Matériel de place. — *Affûts de place pour canon de 12^c G. R. et de 16^c G. R.* — Ces affûts ne diffèrent des affûts de place français qu'en ce que le tirant unique y est remplacé par deux tirants appliqués contre le côté interne des montants et arcs-boutants, de manière à former, de chaque côté de l'affût, un triangle complet. Des étriers en fer assurent l'assemblage de la tête du montant et de l'arc-boutant.

L'écrou de vis de pointage est porté par un coussinet mobile (Pl. IX, fig. 9*a*) dont les rainures s'engagent dans les saillies correspondantes des faces internes des tirants.

Pour le tir à barbette, l'affût se place sur un grand châssis dont l'entretoise de devant est portée par deux petites roulettes et l'entretoise de derrière par deux grandes. L'extrémité de la directrice reçoit un pointal qui s'arrête à quelques centimètres de terre. Le petit châssis est pourvu de deux longues semelles latérales sur lesquelles reposent les roulettes antérieures.

L'affût de 12^c peut recevoir l'obusier de 15^c G. L., et l'affût de 16^c l'obusier de 22^c G. L.

Le transport de ces affûts, avec les avant-trains de siége ou de place, se fait au moyen d'une fausse flèche.

Ils se transforment en affûts de casemate par l'adjonction de roulettes en fonte et l'emploi d'un lisoir directeur semblable à celui du modèle français.

Affût de place pour canon de 16^c G. R. C. — Cet affût présente la disposition générale des affûts de place Gribeauval : il est porté par quatre roulettes qui s'appuient sur les grands côtés du châssis, les deux premières sous la tête des flasques, les deux autres sous la queue ; les chapes de celles-ci sont mobiles autour d'une charnière horizontale, et ne portent l'affût que lorsqu'on fait effort avec un levier embarré dans les douilles des chapes. La vis de

pointage est munie d'une semelle réunie à charnière avec l'entretoise de devant. (Pl. IX, fig. 9.)

Le grand châssis n'a pas de directrice et est muni, vers son milieu, d'une forte échantignolle destinée à empêcher le fléchissement des côtés. Un lisoir en fonte, placé sous l'entretoise de devant, porte deux petites roulettes qui se meuvent sur une voie circulaire en fer, concentrique à la cheville-ouvrière qui est reportée assez en avant, et à laquelle le lisoir est réuni par une pièce de fer en forme de V, se terminant par une lunette. Sur le côté gauche, un marchepied permet aux servants d'arriver à hauteur de la pièce ; enfin, à l'arrière, un treuil muni d'une chaîne sert à mettre l'affût hors de batterie. On ne doit plus construire d'affûts de ce type.

Affût de place pour obusiers de 22c G. R. C.(1). — Cet affût peut aussi recevoir le canon de 16c G. R. C. quand il est pourvu de manchons de tourillons et d'un lien de culasse.

Affût de place pour canon de 22c A. R. (Pl. X.) — Cet affût, le plus complet de ceux qu'emploie l'artillerie italienne, présentant plusieurs particularités intéressantes, on en donnera une description détaillée. Il se compose de deux flasques en tôle avec cornières rivées, présentant, à chacune de leurs extrémités, une entaille carrée dans laquelle on embarre pour les manœuvres de force.

L'écartement des flasques est assuré et maintenu par un fond horizontal, une double entretoise de devant formée de deux parties perpendiculaires l'une sur l'autre et par une entretoise de derrière. (Pl. X, fig. 1, 2 et 6.) L'encastrement des tourillons, de forme ovale, est fait d'une pièce de fer forgé rapportée, comme dans l'affût d'obusier : la disposition des roulettes antérieures et postérieures (pl. X, fig. 5) est aussi la même que dans cet affût.

L'appareil de pointage comprend deux crémaillères identiques, mues simultanément au moyen d'engrenages

(1) Voir *Revue d'artillerie*, tome Ier, janvier 1873. — *Obusiers et mortiers rayés.*

conduits par un arbre à double manivelle. La crémaillère est pincée entre le pignon moteur et un galet d'appui qui facilite le mouvement.

Le châssis, semblable à celui d'obusier, mais plus long, est muni d'un double marchepied sur les côtés et sur le devant : un treuil, composé d'engrenages montés sur trois arbres distincts, sert à mettre hors de batterie.

Pour limiter le recul, on emploie un *frein central*, *système Armstrong*, qui forme à la fois partie intégrante de l'affût et du châssis. Il consiste en un certain nombre de lames métalliques parallèles portées par l'affût dans le sens de sa longueur et vers son milieu au-dessous du fond : elles viennent, dans le recul, serrer contre d'autres lames portées par le châssis et limitent ainsi l'amplitude du mouvement. Les lames de l'affût (pl. X, fig. 3, 4) sont entaillées pour prendre appui sur les bords de la rainure du fond par laquelle elles passent et sont traversées par deux boulons sur lesquels elles peuvent glisser en se rapprochant ou s'écartant les unes des autres. Les lames du châssis dépassent antérieurement l'entretoise de devant et sont toutes engagées sur un arbre soutenu par deux coussinets fixés extérieurement en avant de l'entretoise : leur extrémité postérieure repose librement par une entaille sur l'entretoise de derrière. Chaque lame du châssis se trouve entre deux lames de l'affût : celles-ci sont au nombre de 9, et celles du châssis au nombre de 8; les deux lames extérieures appartiennent donc à l'affût.

Le serrage, dans le recul, se fait automatiquement au moyen de deux tenailles à fourche, mobiles autour de leurs axes qui sont maintenus dans des charnières fixées sous le fond d'affût. (Pl. X, fig. 3, 4.)

Ces tenailles s'appuient sur les lames extérieures de l'affût qui, pour cette raison, sont en acier, tandis que les autres sont en fer. Les fourches des tenailles traversent le fond et embrassent deux manchons à collier et à vis montés sur un arbre fileté porté par les flasques.

Les pas de vis correspondant aux deux manchons sont inverses, et les manchons sont faits de manière à ne pas pouvoir tourner avec l'arbre, mais à pouvoir seulement se déplacer suivant l'axe de la vis, quand celui-ci tourne. Ils s'éloignent ou se rapprochent suivant le sens de la rotation de l'arbre et, par suite, rapprochent ou éloignent les pinces des tenailles. Cela posé, l'extrémité gauche de l'arbre porte, extérieurement à l'affût, un levier à poignée prolongé de l'autre côté de l'arbre par un petit bras : un très-fort butoir est fixé extérieurement au châssis, à peu de distance de la position que prend le petit bras quand le levier est vertical, ce qui correspond au cas où les pinces n'exercent pas de pression sur les lames. Le sens du pas de vis de l'arbre est tel que, en abattant le levier d'avant en arrière par rapport à l'affût, les manchons s'éloignent l'un de l'autre; alors, quand l'affût recule, le petit bras vient rencontrer le butoir, l'arbre est par suite obligé de tourner, les manchons s'éloignent et augmentent progressivement la pression des lames par les pinces. Au moment où le petit bras échappe au butoir, le levier vient heurter une pièce d'appui élastique qui amortit la violence du choc et il reste maintenu à l'abattu par une dent en saillie sur l'arc en fer le long duquel il se meut; il franchit cette dent par flexion, dans son mouvement de rotation, avant de venir heurter la pièce d'appui.

Tel est le jeu ordinaire du mécanisme; mais on peut aussi, si on le juge utile, donner une pression initiale déterminée aux lames. L'arbre du frein est formé, dans ce but, de deux parties réunies par le manchon de la tenaille de droite, de façon que chacune des deux parties peut tourner sur elle-même indépendamment de l'autre : les mouvements longitudinaux sont, du reste, empêchés par le mode d'assemblage de l'arbre avec les flasques. La partie gauche de l'arbre, qui est la plus longue, porte les deux pas de vis inverses et le levier du butoir; l'autre partie se termine, à peu de distance de la première, par une tige hexagonale.

Le manchon de droite réunit les deux extrémités voi-

sines, en formant écrou pour la vis du premier arbre et s'emboîtant, d'autre part, par une section hexagonale, sur la tête du second : le manchon est donc obligé de suivre la rotation de celui-ci, tandis qu'au contraire il ne peut pas tourner avec le premier. Les deux portions de l'arbre ont entre elles un certain jeu dans le manchon, de sorte que celui-ci peut se déplacer suivant son axe, embrassant ainsi une longueur variable de la tige hexagonale.

La plus petite partie de l'arbre se termine par un levier extérieur au flasque droit : lorsqu'on l'abat, le manchon, obligé de tourner, avance ou recule en glissant le long de la tige hexagonale, sur le pas de vis du grand arbre : celui-ci reste immobile ainsi que le manchon de gauche qui se trouve indépendant du levier de droite : d'ailleurs les méplats de ce manchon, embrassés par la fourche de la tenaille correspondante, l'empêchent de suivre le mouvement de rotation de l'arbre et lui permettent seulement, lorsqu'il tourne, de se déplacer suivant son axe. Le levier de droite est vertical quand la tenaille de droite n'exerce pas de pression sur les lames : pour donner, avant le tir, une pression initiale, on abat ce levier vers la tête d'affût, et on le maintient à la position déterminée, suivant le degré de pression qu'on veut avoir, au moyen d'une cheville engagée dans les trous de l'arc le long duquel se meut le levier. Dans le tir, le mouvement du levier de gauche augmente progressivement la pression jusqu'à ce qu'il vienne rencontrer son heurtoir : le frottement considérable des lames ne tarde pas à arrêter le recul.

Pour remettre en batterie, il suffit de dégager le levier de gauche de la dent qui le retient et de faire reposer l'affût sur le châssis par ses quatre roulettes, en abaissant l'excentrique des roulettes postérieures au moyen de deux manivelles mobiles ; l'extrémité de leur poignée présente un trou destiné à recevoir une corde dont on se sert pour déterminer l'abaissement de la manivelle.

Enfin l'affût et le châssis doivent être munis d'une brague pour empêcher l'affût de sortir du châssis dans le

cas où, par accident, le frein viendrait à ne pas fonctionner régulièrement.

Voitures des places et établissements. — Pour le transport des pièces, on emploie généralement le *chariot porte-corps à roulettes*, voiture très-simple formée seulement de deux longs et forts brancards réunis par un épars antérieur et par le corps d'essieu, et munis d'un avant-train analogue à celui de siége. Les roulettes sont assez basses pour passer sous le corps de la voiture et sont percées de trous dans lesquels, lorsqu'on veut enrayer, on engage une cheville d'enrayage qui, venant s'appuyer contre le corps d'essieu, empêche la roulette de tourner.

La voie étroite et le peu de hauteur des roues, ainsi que leur tournant illimité, permettent d'employer cette voiture dans les chemins de montagne; grâce à ses petites dimensions, elle peut également circuler dans les passages étroits et couverts des places.

L'artillerie italienne emploie en outre deux *triqueballes*, l'un *à flèche*, se traînant à bras pour le transport des petites pièces; l'autre *à treuil*, semblable au modèle français, pour les pièces de gros calibre.

Pour le transport des objets divers et les mouvements des établissements aux magasins de l'artillerie ou à la voie ferrée, on se sert d'un *chariot de transport*, sorte de chariot de parc assez bas pour que le chargement en soit facile ainsi que le déchargement. L'avant-train en est semblable à celui du chariot de parc, mais peut à volonté recevoir un timon ou une limonière (pl. IX, fig. 11); celle-ci se relie alors à charnière avec la volée au moyen de chevilles à la romaine et de clavettes. Enfin, les menus objets, armements, etc., se transportent dans une *charrette à bras*, sorte de petit tombereau de dimensions réduites, pouvant au besoin circuler dans les boyaux de tranchée.

Pour tous les mouvements de matériel, avec les divers affûts et voitures, on fait usage d'un avant-train spécial, dit *de place*, assez semblable à celui de siége et place, mais plus léger dans ses diverses parties et sans tirant en fer au timon.

Affûts de mortiers. — Les affûts de mortiers sont au nombre de deux, l'un pour mortier de 15^{c} B., identique au modèle français, l'autre pour mortier de 22^{c} G. Ce dernier, venu d'un seul jet de fonte, présente un encastrement continu pour les tourillons et, sur chaque face, au-dessous de celui-ci, un ressaut destiné à donner appui aux anneaux-élingues qui relient le mortier à son affût : ces anneaux sont eux-mêmes maintenus par des esses, avec clavettes, placées dans les trous des tourillons.

Le pointage se fait au moyen d'un appareil assez compliqué, dont la figure fait suffisamment comprendre le jeu. (Pl. VIII, fig. 8.)

Affûts de modèles divers. — On trouve encore en service un nombre considérable d'affûts de modèles divers, dont la seule énumération nous entraînerait trop loin. Ils se rapprochent tous, plus ou moins, des types précédents ou des modèles français anciens ou modernes. Nous dirons seulement un mot de ceux qui présentent quelque disposition originale.

Affût de campagne allégé, modèle Cavalli. — Dans cet affût, semblable à l'affût réglementaire, la chaîne d'enrayage est remplacée par un frein à patins, comme dans les voitures du commerce : ce frein, qui est placé sur la flèche et dont le serrage s'obtient au moyen d'une vis reliée à l'écrou de vis de pointage, sert aussi à limiter le recul. Cet affût est adopté pour les batteries mobiles d'obusiers de 15^{c} G. L. qui font partie de la dotation de certaines places. Il emploie un avant-train spécial, sans palonniers, et dont la cheville ouvrière est portée par un fort ressort en acier (pl. IX, fig. 13). Le coffre contient 20 coups à obus sphériques de 15^{c}.

Affût de casemate pour canon de 16^{c} G. R. — L'affût de siége et place se transforme en affût de casemate par la simple addition de roues basses et d'une brague. Mais l'appareil de pointage présente une disposition spéciale pour permettre à un seul servant de soulever la culasse,

malgré la grande prépondérance de la pièce. La vis est réunie à une semelle reliée à un étrier qui embrasse l'entretoise de volée (pl. IX, fig. 14); d'autre part, l'écrou est pourvu d'un porte-écrou à tourillons et présente douze trous tronconiques. Il est enveloppé d'un collier muni d'une gaîne dans laquelle s'engage une longue manivelle qui peut y prendre un certain déplacement, limité par une vis fixée sur sa tige et mobile dans une rainure de la gaîne : on peut ainsi dégager la manivelle du trou de l'écrou dans lequel elle est engagée, de manière à continuer la rotation au moyen des trous suivants.

Affûts de place, dits à dépression. — Ces affûts, du modèle général de Gribeauval, se distinguent par la possibilité de donner diverses positions à la vis de pointage : dans ce but, l'écrou fait corps avec une sole mobile en bois, ferrée et munie, vers la tête, d'une traverse dont les bouts prennent appui sur divers supports fixés contre l'intérieur des flasques, tandis que la queue repose sur une cheville engagée dans des trous correspondants (pl. IX, fig. 15). Le déplacement s'obtient au moyen d'un levier intérieur mû à l'aide d'une manivelle latérale placée extérieurement. Pour les très-grands angles, on remplace la sole par une simple entretoise basse partant de l'écrou.

Lisoir directeur. — Dans certains cas, pour faciliter la manœuvre des pièces sur lisoir, on place, à la tête de la plate-forme, une sorte d'auge circulaire en fonte, remplie de grosses balles de mitraille. Le lisoir est alors muni d'une bande en fonte de même forme, qui repose sur les balles; on substitue ainsi un frottement de roulement au frottement de glissement.

Affûts de mortiers. — Les affûts de mortiers de gros calibre et de pierriers présentent des dispositifs de pointage plus ou moins analogues à celui du mortier de 22^{c} G. Ils font généralement usage de treuils placés à la queue de l'affût; le mortier est relié à celui-ci par des sus-bandes.

Les affûts autrichiens se distinguent par une disposi-

Principales données relatives aux affûts réglementaires.

	Numéro des roues.	Numéro des essieux.	Voie.	Écartement des sous-bandes.	Diamètre de l'encastrement des tourillons.	Bouches à feu réglementaires qui peuvent se placer sur l'affût.	Hauteur de l'axe de la pièce au-dessus du sol *a*.	Angle maximum de tir au-dessus de l'horizon. *b*.	Angle maximum de tir au-dessous de l'horizon. *b*.	Poids. *d*.	Mode de construction.	Numéro du châssis.	Poids du châssis complet.
			m.	mm	mm		m.	degrés	degrés	kil			kil
Affût de montagne	11	en bois.	0,75	180	68	Canon de 8c B. R.	0,70	14	11	115	bois.	»	»
Affût de campagne	4	1/2 essieu	1,53	270	94	Id. 9c B. R.	1,10	22	12	515	bois.	»	»
						Id. 12c B. R.		14	16				
Affût de siége et place pr canon de 12c G. R.	4	5	1,52	340	120	Id. 12c G. R.	1,61	26	8	800	bois.	»	»
						Id. 12c B. R.	1,56	32	22				
						Id. 9c B. R.	1,56	32	22				
						Obusier de 15c G. L.	1,61	36	23				
Affût de siége et place pr canon de 16c G. R.	3	2	1,52	545	180	Canon de 16c G. R.	1,68	35	5	1300	bois.	»	»
						Obusier de 22c G. L.	1,67	35	5				
Affût de siége et place pr obusier de 22c B. R.	*f*.	*f*.	1,50	608	350	Obusier de 22c B. R.	1,57	45	90	1740	tôle de fer.	»	»
Affût de place pour canon de 12c G. R.	10	3	1,39	340	121	Canon de 12c G. R.	1,80	16	16	760	bois.	n° 4	650
						Obusier de 15c G. L.		17	18				
Affût de place pour canon de 16c G. R.	10	3	1,39	545	182	Canon de 16c G. R.	1,83	23	6	1020	bois.	n° 2	1850
						Obusier de 22c G. L.	1,82	23	6				
Affût de place pour canon de 16c G. R. C.	»	»	»	630	181	Canon de 16c G. R. C.	1,98	19	9	1100	bois.	n° 3	2020
Affût de place pour canon de 22c A. R.	»	»	»	776	350	Canon de 22c A. R.	2,41	20	8	*g*.	tôle de fer.	»	»
Affût de place pour obusier de 22c G. R. C.	»	»	»	807	450	Obusier de 22c G. R. C.	1,84	45	13	920	tôle de fer.	»	»
						Canon de 16c G. R. C.		43	15				
Affût de mortier de 15c B.	»	»	»	211	91	Mortier de 15c B.	»	90	*h*.	63	bois.	»	»
Affût de mortier de 22c G.	»	»	»	405	141	Mortier de 22c G.	»	90	*h*.	360	fonte.	»	»

a. Les roues reposant sur plate-forme horizontale, l'axe de la pièce horizontal ; pour les affûts de place, le châssis compris.
b. Sur plate-forme horizontale pour les affûts de montagne, de campagne, de siége et de mortier.
d. Sans châssis pour les affûts de place.
f. N'a pas encore de numéro d'ordre.
g. N'est pas encore complétement déterminé.
h. Angle minimum sous lequel on peut pointer le mortier { de 15c B ... + 19°. de 22c G ... + 14°.

Principales données relatives au matériel réglementaire.

	NUMÉRO de l'essieu.	NUMÉRO de la roue d'avant-train.	NUMÉRO de la roue d'arrière-train.	VOIE.	POIDS de la voiture vide.	POIDS de la voiture avec le chargement réglementaire	Chargement maximum des voitures servant à divers usages.	Largeur minimum nécessaire pour faire demi-tour
Avant-trains communs à plusieurs voitures.				m.	kil	kil	kil	mèt.
Avant-train de campagne, modèle 1863 (sans coffre)...	5	4	»	1,52	415	»	»	»
Avant-train de siége et place	2	7	»	1,52	545	»	»	»
Avant-train de place.....	5	8	»	1,52	330	»	»	»
Voitures à 2 roues.								
Charrette à bras.....	6	6		1,23	240	»	»	4,40
Charrette de tranchée.....	5	4		1,52	440	»	700	3,80
Triqueballe à flèche.....	5	4		1,52	320	»	»	3,30
Voitures à 4 roues.								
Caisson à munitions de 9c *a*.	5	4	4	1,52	1130	2120	»	6,70
— de 12c *b*	5	4	4	1,52	1150	2275	»	6,70
— d'inf. *c*.	5	4	4	1,52	1070	2125	»	6,70
Forge de campagne *d*.....	5	4	4	1,52	1250	2030	»	6,70
Chariot de batterie.....	5	9	5	1,52	900	»	1900	5,00
Chariot de parc.....	5	8	4	1,52	875	»	1500	5,00
Chariot de parc couvert....	5	8	4	1,52	975	»	1300	4,90
Chariot porte-corps.....	2	7	3	1,52	1350	»	3200 *f*. 2200 *g*.	7,50
Chariot porte-corps à roul..	4	roulette n° 2	roulette n° 4	1,13	675	»	»	4,30
Chariot de transport.....	5	13	12	1,52	875	»	3500	4,90
Triqueballe à treuil.....	2	7	1	1,52	1860	»	»	11,50

a. Nombre de coups transportés : 114 à obus et 26 à mitraille.
b. id. : 66 id. 6 id.
c. Avant-train et arrière-train modèle 1844. — Si l'avant-train est du modèle 1863, le poids est augmenté de 30k; mais dans les deux cas, le nombre de paquets transportés est de 2625, soit 21000 cartouches.
d. Avant-train modèle 1844.
f. En canons.
g. En gros projectiles.

tion inverse, l'appareil se trouvant sous la volée (pl. IX, fig. 12). Il se compose d'une vis avec écrou à tourillons, dont la tête supporte une semelle en bronze à charnière.

Voitures diverses. — La *charrette de tranchée* et le *triqueballe à vis*, semblables aux modèles français, restent en service, bien que non réglementaires.

A. Jouart, *capitaine d'artillerie*,
Aide de camp du général de Fénelon.

(A suivre.)

ÉTUDE
SUR LA CONSTRUCTION DES BOUCHES A FEU
DE L'ARTILLERIE MODERNE.

(*Fin.*)

II. — EXAMEN SOMMAIRE
DE QUELQUES SYSTÈMES DE CONSTRUCTION.

Système Rodman. — En coulant la fonte à noyau et produisant le refroidissement et la solidification du métal de l'intérieur à l'extérieur au moyen d'une circulation d'eau froide dans le noyau, on met les couches successives de métal solidifié dans un état de tension initiale favorable à la résistance de la bouche à feu. Ce système est avantageux pour les grosses pièces lisses en fonte, mais ce métal n'offre pas par lui-même une résistance suffisante pour les fortes pressions de l'artillerie nouvelle. Toutefois, ce mode de coulée constitue un progrès très-réel et a fourni d'excellents résultats relatifs.

Système Treadwell. — On place à chaud, sur un corps de canon en fonte d'environ $^1/_2$ calibre d'épaisseur, une série de frettes en fer forgé vissées, en deux ou plusieurs couches, sur le corps de pièce et les unes sur les autres; ces frettes, préparées par un procédé spécial, ont un diamètre primitif plus petit de $\frac{1}{1\,000}$ que celui de la partie sur laquelle elles doivent être vissées, et se trouvent, en conséquence, mises par refroidissement dans un état de tension initiale convenable.

Système Parrott. — Le canon en fonte est renforcé par un bandage ou manchon en fer forgé, placé à chaud au-dessus du logement de la charge. Le diamètre primitif du manchon est de $\frac{1}{192}$ environ plus faible que celui de la

portion de la pièce sur laquelle il est placé. Il se trouve donc amené, par refroidissement, à un état de tension initiale convenable.

Ancien système de la marine française. — Le corps de pièce, en fonte, est renforcé extérieurement par une ou plusieurs couches de frettes en acier posées à chaud, comme dans les systèmes précédents, et s'étendant depuis les tourillons jusqu'à la tranche postérieure de la pièce, ou jusqu'à la naissance du cul-de-lampe (*si elle se charge par la bouche*). Ce système est fondé sur le principe de la tension initiale.

Relativement aux trois systèmes précédents, nous devons dire que le frettage extérieur d'un canon en fonte ne peut contribuer efficacement à l'augmentation de la résistance de la pièce qu'autant que le corps du canon est d'une épaisseur assez faible pour qu'une grande partie de l'effort soit transmise aux frettes; en tenant compte des principes fondamentaux, on voit immédiatement que ces frettes doivent exercer un serrage d'autant plus énergique qu'elles s'éloignent davantage de l'axe; c'est ce qui explique pourquoi Parrott, qui emploie un corps en fonte beaucoup plus épais que celui de Treadwell, serre au $\frac{1}{192}$, tandis que ce dernier serre au $\frac{1}{1\,000}$ seulement.

Malgré son peu d'efficacité au point de vue de l'accroissement de la résistance de la pièce, surtout s'il s'agit de la transformation des anciennes bouches à feu qui ont une épaisseur considérable, le frettage extérieur d'un corps de canon en fonte offre une sécurité relative, en ce sens que la rupture se fait sans projection d'éclats dangereux. Mais ce procédé n'est guère admissible pour la construction d'une bouche à feu neuve destinée aux tirs à forte charge.

Système Parsons. — M. Parsons utilise les anciens canons en fonte en les tubant, c'est-à-dire en introduisant dans l'âme un tube d'acier doux. Le corps en fonte se trouve

placé dans un état de légère tension initiale. En même temps, la différence d'élasticité des métaux concourt à la résistance de la pièce ; ce système est donc fondé à la fois sur les principes des tensions initiales et des élasticités variables.

Système Palliser. — Analogue au précédent. Mais le tube est en fer forgé à rubans, et une fois qu'il est en place, on soumet le canon à un tir de quelques coups à forte charge, ce qui étire le tube et agrandit son diamètre, ainsi que nous l'avons vu dans l'examen des phénomènes qui ont lieu avec les métaux malléables. La fonte se trouve par là mise à l'état de tension initiale, et comme l'élasticité du fer forgé, même après l'agrandissement permanent subi par le tube, est supérieure à celle de la fonte, la différence d'élasticité des métaux contribue, en vertu du principe des élasticités variables, à la résistance de la pièce.

Nouveau système de la marine française. — Le corps de canon en fonte est tubé en acier d'après un procédé analogue à celui de Parsons et revêtu extérieurement de deux rangs de frettes en acier. Cette combinaison, fondée sur les principes des élasticités variables et de la tension initiale en ce qui concerne l'action réciproque du tube en acier et du corps en fonte, et sur le principe des tensions initiales en ce qui concerne les frettes extérieures, constitue un progrès très-réel sur l'ancienne construction.

Système Blakeley. — Le canon se compose de deux tubes d'acier emmanchés l'un sur l'autre, le plus élastique à l'intérieur, le moins élastique à l'extérieur. Les deux tubes sont eux-mêmes entourés d'un manchon externe en fonte, portant les tourillons venus de coulée. Les trois tubes étant introduits à chaud, l'un dans l'autre, les deux extérieurs se trouvent dans un état de légère tension initiale. La bouche à feu réunit ainsi les avantages de la tension initiale et des élasticités variables.

Observation relative aux systèmes précédents. — Les sys-

tèmes que nous venons de considérer font entrer la fonte dans la construction des canons. La faible ténacité de ce métal le rend peu propre à cet usage; aussi, de tous les types précédents, celui de Blakeley et le nouveau type de la marine française sont-ils les seuls à peu près acceptables pour une bouche à feu neuve. Ceux de Palliser et de Parsons ont donné de bons résultats comme transformation d'anciennes pièces de fonte lisses en pièces rayées, destinées à tirer à petite charge; on peut utiliser avantageusement ces canons pour l'armement des fronts de terre des places, et même des fronts de mer non exposés aux attaques des bâtiments cuirassés.

Nous allons maintenant passer en revue les types dans lesquels l'emploi de la fonte est absolument rejeté.

Système Ames. — Canon composé de disques et anneaux en fer forgé soudés sur leur tranche de façon à constituer un bloc de la longueur voulue. Chaque anneau est formé de 3 cylindres creux tournés avec précision et ajustés l'un dans l'autre. Sous l'action du tir, il se produit un agrandissement permanent de l'âme qui, ainsi que nous l'avons vu à propos des canons formés de métaux malléables et ductiles, met les couches intermédiaires dans un état de tension initiale convenable.

Système Ferris.— M. Ferris a proposé un système de construction destiné à fournir une résistance très-grande pour une bouche à feu spéciale qu'il avait imaginée. Le corps du canon se compose, comme dans le système Ames, d'une série d'anneaux soudés bout à bout sur leur tranche. Ces anneaux sont formés chacun de 3 anneaux simples concentriques, composés de métal d'élasticité décroissante de l'intérieur à l'extérieur. Comme dans les frettes du système Treadwell, ces anneaux sont dilatés au moyen d'un chassoir conique, jusqu'à ce que la surface extérieure commence à prendre un accroissement permanent de diamètre; ce qui place toute l'épaisseur des parois dans un état de tension initiale convenable. Il faut toutefois re-

marquer que la température à laquelle on porte ces anneaux pour les souder bout à bout, détruit la tension initiale que l'on avait produite, et ramène la masse à un nouvel état d'équilibre moléculaire. Cette bouche à feu doit donc être considérée comme établie sur le principe des élasticités variables.

Système Whitworth. — Nous avons donné, dans la première partie de ce travail, le procédé par lequel M. Whitworth obtient le métal homogène avec lequel il fabrique ses canons. Suivant le calibre, il emploie dans leur construction un nombre plus ou moins grand de manchons tournés intérieurement et extérieurement suivant des surfaces coniques inclinées au $\frac{1}{100}$ et finis avant leur mise en place. Ces manchons sont placés à froid, et forcés l'un sur l'autre au moyen d'une presse hydraulique puissante. On règle de cette manière le serrage avec une grande précision. Les différentes parties des pièces de gros calibre sont en métal homogène de qualité distincte, le bloc d'acier comprimé, destiné à fournir chaque partie, étant étudié séparément au point de vue de la trempe, du recuit et du serrage qu'il convient de lui donner pour arriver à la plus grande perfection. Lorsque les manchons atteignent des dimensions trop considérables, ils sont formés de plusieurs anneaux réunis bout à bout au moyen d'un pas de vis. La bague porte-tourillons, et la culasse (lorsque la pièce se charge par la bouche) sont réunies au corps du canon par le même procédé. Les filets de ces vis sont profilés de manière à entrer dans leur écrou comme vis à filet triangulaire, et à résister comme vis à filet carré.

Cette construction a donné des bouches à feu d'une résistance extraordinaire, quand aucun défaut n'est venu se révéler dans le métal. Mais, comme nous l'avons déjà dit, elle n'est applicable que lorsque les lingots d'acier, jugés impropres à l'établissement d'une partie quelconque

d'une bouche à feu, trouvent leur emploi naturel dans une autre fabrication. D'ailleurs, l'ensemble des procédés de sir Joseph Whitworth est trop compliqué et trop délicat pour servir de base à une production régulière et étendue. Le système Whitworth est fondé, pour les gros calibres, sur l'application simultanée des deux principes de la *tension initiale* et des *élasticités variables.*

Système Armstrong. — (*Dernière construction*). — Le canon se compose d'un tube en acier doux inséré dans une pièce de culasse en fer forgé ordinaire allant jusqu'à la hauteur des tourillons. Sur cette pièce sont emmanchés à chaud une série de cylindres superposés, formés de fer forgé à rubans, tournés avec précision et placés l'un sur l'autre dans un état de tension initiale convenable. La bague porte-tourillons et la vis de culasse sont en fer forgé ordinaire; les manchons sont disposés de manière à s'agrafer l'un sur l'autre au moyen de gorges convenablement tracées, pour éviter les déplacements longitudinaux.

Cette construction, à un point du vue purement théorique, est très-rationnelle. La pièce de culasse forgée ayant ses fibres dirigées parallèlement à l'axe, transmet directement, dans le sens le plus favorable, l'effort longitudinal aux tourillons, tandis que les manchons superposés, ayant leurs fibres dirigées suivant des hélices à pas très-courts, sont dans d'excellentes conditions pour résister à l'effort transversal. Malheureusement, la pièce de culasse en fer forgé ordinaire n'offre qu'une faible élasticité normalement à l'axe. Le tube d'acier, qui est relativement mince et fort élastique, agit à chaque coup sur cette partie malléable, et finit par lui faire subir peu à peu un agrandissement permanent. Dès que cet effet commence à se produire, il s'accroît rapidement, car le tube, ne se trouvant plus soutenu dans les endroits exposés aux plus violents efforts, agit par choc sur le métal malléable qui l'environne, et agrandit son logement à chaque coup, jusqu'à ce que, manquant d'appui extérieur, il subisse une

distension supérieure à l'allongement élastique, limite que peut supporter l'acier dont il est formé. Il y a alors déformation du tube, et la pièce est mise hors de service. D'ailleurs le nombre des parties discontinues du canon est tel que la transmission des vibrations se fait dans des conditions défavorables à la durée de la bouche à feu, ce qui peut amener la dislocation et le glissement relatif des diverses enveloppes du canon. Enfin la main-d'œuvre et le prix de revient d'une pareille pièce sont considérables.

Système Fraser. — Pour obvier à ces inconvénients, tout en conservant les avantages généraux de la construction de M. Armstrong, M. Fraser supprime la pièce de culasse en fer forgé ordinaire, et insère directement à chaud le tube d'acier dans un manchon préparé par le procédé suivant. Une première barre de fer est enroulée en spirale autour d'un mandrin, comme pour former les manchons de M. Armstrong. Une seconde, et, dans certains cas, une troisième barre sont enroulées de la même manière sur la première, chacune en sens inverse de la précédente. Le tout est ensuite porté au blanc soudant, soudé au marteau à vapeur, et tourné et alésé intérieurement et extérieurement. Les tourillons sont soudés à cette pièce, et la partie du tube d'acier correspondante à la volée est soutenue par deux manchons à rubans coniques extérieurement et juxtaposés.

Système Fraser modifié. — La construction précédente, plus simple et plus économique que celle de M. Armstrong, obviait aux déformations de la pièce de culasse en fer forgé ordinaire, car le manchon de culasse du système Fraser offrait une élasticité suffisante, dans le sens normal à l'axe, pour éviter les effets que nous avons signalés. Mais les avantages de la tension initiale étaient sacrifiés en grande partie, puisque la bouche à feu ne comportait qu'un seul manchon autour du tube d'acier. M. Fraser a modifié depuis sa méthode en employant une pièce de culasse plus mince, mais fabriquée toujours par le procédé dit « à

rubans », et en la renforçant par un manchon extérieur allant jusqu'au tiers environ de la volée, et enveloppant à la fois la pièce de culasse et une partie du manchon antérieur. La bague porte-tourillons est fixée à ce renfort extérieur, établi lui-même d'après le système précédemment décrit.

Comme dans le système Armstrong, le tube d'acier et les manchons sont emmanchés les uns sur les autres à chaud, et chacun d'eux se trouve ainsi amené au degré convenable de *tension initiale*. Les systèmes Armstrong et Fraser sont donc fondés sur le principe de la tension initiale, mais la différence d'élasticité du tube intérieur et de la pièce de culasse intervient également pour contribuer à la résistance de la pièce dans le système Fraser. Toutes les fois qu'on emploie des tubes intérieurs de métal différent de celui qui constitue les enveloppes suivantes, il faut tenir grand compte de la malléabilité relative, de la limite d'élasticité relative, et de la résistance élastique relative à l'expansion des matières qui entrent dans la construction des diverses parties de la bouche à feu. Sous ce rapport, M. Fraser a été plus heureux que M. Armstrong, et tous les canons de l'artillerie et de la marine anglaise (à l'exception de la pièce de 7 de montagne et de quelques pièces destinées aux colonies) sont fabriqués aujourd'hui d'après son système, modifié ou non [1].

Système Vavasseur. — M. Vavasseur est arrivé à produire des pièces douées d'une grande résistance en entourant le tube central d'acier d'une série de manchons en acier d'élasticité décroissante de l'intérieur à l'extérieur, et emmanchés à chaud, de manière à les placer dans un état convenable de tension initiale. C'est le système Blakeley dans lequel l'enveloppe extérieure en fonte est remplacée par un manchon d'acier très-tenace, ce qui est préférable

[1] Pour des bouches à feu de petit calibre M. Fraser emploie un tube d'acier renforcé au tonnerre par un seul manchon en fer forgé, portant les tourillons et s'étendant jusqu'au tiers environ de la volée. Le reste de la volée est formé par le tube d'acier sans manchon extérieur.

à tous les points de vue, sauf sous le rapport de l'économie. Comme les canons Blakeley, ceux de M. Vavasseur sont construits d'après les deux principes de la *tension initiale* et des *élasticités variables*.

Canons Krupp. — M. Krupp, d'abord partisan des canons tirés d'un bloc homogène de métal, a dû renoncer à cette construction, dès qu'il s'est agi de gros calibres, et en venir à un corps de canon en acier entouré de frettes ou manchons de même métal placés à chaud en une ou plusieurs épaisseurs, d'après le principe des tensions initiales. Il a été suivi dans cette voie par la plupart des constructeurs allemands; remarquons toutefois que ceux-ci tendent à persister dans l'emploi d'un bloc unique d'acier pour les pièces de petit et de moyen calibre, mais nous pensons que les expériences qui se poursuivent actuellement les obligeront à modifier profondément cette construction, trop dangereuse avec les charges de l'artillerie nouvelle [1].

Systèmes divers. — Nous citerons pour mémoire quelques systèmes qui ont été proposés et qui sont fondés sur l'emploi de douves ou segments longitudinaux, en fer forgé, maintenus par des anneaux extérieurs, placés à chaud ou soudés sur les douves. Cette construction est défectueuse, car les fibres des douves étant parallèles à l'axe, leur élasticité dans le sens transversal est très-faible; et les plans de soudage de ces parties passant par l'axe, leur résistance transversale est peu considérable; il y a tendance à la production de fissures longitudinales qui s'accroissent rapidement. M. Mallet a opéré d'une manière inverse, en plaçant les douves à l'extérieur, dans un mortier monstre de 36 pouces ($914^{mm},4$) de calibre qu'il a fait établir en 1857. Les résultats ne furent pas heureux, la pièce se rompit après quelques coups tirés à faible charge. Les essais tentés pour renforcer le corps de pièce par l'enroulement extérieur de fils de fer ou d'acier, n'ont pas donné

[1] Les Allemands viennent en effet d'adopter une pièce de campagne frettée, établie d'après le principe des tensions initiales.

jusqu'ici de résultats favorables, par suite de manque d'unité dans le canon ainsi formé.

Enfin quelques constructions nouvelles sont actuellement à l'étude. C'est ainsi qu'une bouche à feu récemment proposée se compose d'un corps de pièce en acier, renforcé par un ou plusieurs manchons en acier vissés à chaud sur le corps de pièce, et les uns sur les autres comme les frettes du système Treadwell. Cette construction, fondée sur le principe des tensions initiales, est favorable à la résistance aux pressions latérales et longitudinales, qui est sensiblement augmentée par l'emploi du vissage à chaud. (Voir les travaux de M. Treadwell.) Mais, d'autre part, elle contrarie les vibrations de la pièce plus que ne le fait la construction par simple serrage sans pas de vis ; d'ailleurs la transmission de la chaleur pendant l'exécution du tir ne se faisant plus d'une manière régulière comme dans un bloc unique de métal, et les manchons étant rendus tellement solidaires qu'ils ne peuvent prendre aucun mouvement relatif, comme dans l'emmanchement par simple serrage, l'échauffement produit, sur le métal de la bouche à feu, une fatigue énorme qui altère sa résistance et qui pourrait amener des ruptures dans le cas où le manchon extérieur serait soumis à une température très-basse. Du reste, la valeur de cette construction dépend de la nature des aciers employés, des dimensions relatives des diverses parties, et de leur serrage initial réciproque.

On propose également une construction fondée sur l'emploi d'une âme en acier revêtue d'un manchon en bronze entouré lui-même d'un tube extérieur en acier. Cette construction ne nous semble pas heureuse au point de vue de la résistance de la bouche à feu. A moins d'employer un tube intérieur d'une épaisseur telle que son expansion extérieure ne refoule pas le tube en bronze au delà de la limite imposée par l'élasticité de ce métal, il se produira un refoulement de cette enveloppe de bronze comme cela est arrivé avec la pièce de culasse en fer

forgé ordinaire de la construction Armstrong, et le tube intérieur, n'étant plus soutenu, sera exposé à des ruptures longitudinales. Pour éviter cet inconvénient, ou au moins pour l'atténuer, il faudrait donner à l'enveloppe d'acier extérieure une tension initiale assez énergique pour que le manchon en bronze soit à l'état de tension négative ou de compression initiale, tout en réagissant sur le tube intérieur d'acier. Il pourrait alors prendre une expansion considérable sans que la limite d'élasticité fût dépassée. Mais alors le tube intérieur d'acier, placé lui-même à l'état de tension négative ou compression, ne prendrait, non plus que le manchon en bronze, aucune part de l'effort jusqu'à ce que l'expansion de chacune de ces parties eût ramené le métal qui les forme à l'état de tension positive. Le tube extérieur d'acier, placé dans un état de tension initiale très-énergique, supportera seul, jusqu'à ce moment, l'effort d'expansion qui lui sera transmis en totalité, et qui sera accru de la réaction initiale des parties internes. Si la limite d'élasticité de ce manchon externe n'est pas dépassée (ce qui amènerait au moins un changement complet dans l'état moléculaire et par suite dans la résistance de toutes les parties de la bouche à feu, et probablement la rupture de celle-ci), il est difficile d'admettre qu'un métal aussi malléable que le bronze, martelé en quelque sorte entre deux surfaces d'acier, ne soit pas étiré dans l'espace qu'il remplit, ce qui ramènerait les inconvénients précédemment signalés.

Observations. — Nous pouvons remarquer d'après tout ce qui précède que la question de la construction des bouches à feu est loin d'être résolue d'une manière satisfaisante. Beaucoup de systèmes comportent des plans de soudure presque normaux à l'axe, ce qui affaiblit la résistance longitudinale de la bouche à feu. Cet inconvénient est moindre quand la pièce est tubée en acier, comme dans les systèmes Armstrong et Fraser, mais il est très-grave dans le cas où les gaz peuvent agir directement sur les

joints comme dans le système Ames. Les canons de petit calibre Whitworth, faits sans manchons extérieurs, présentent les inconvénients généraux de l'acier; ils éclatent sans signes précurseurs, bien que le métal (1) employé soit d'une ténacité bien supérieure à celle de tous les autres. Lorsqu'une pièce est formée d'un trop petit nombre de parties, la répartition de l'effort dans l'épaisseur des parois est défectueuse. Dans le cas contraire, comme dans la construction Armstrong par exemple, il peut se produire un glissement relatif des manchons et une dislocation de la pièce sous l'influence des vibrations; le glissement change absolument la résistance de la bouche à feu, et peut d'ailleurs obstruer complétement la lumière.

III. — CONCLUSIONS.

INDICATIONS RELATIVES A UN NOUVEAU MODE DE CONSTRUCTION.

Programme des conditions à remplir. — Pour échapper aux inconvénients qui ont été énumérés et remplir autant que possible les conditions requises, on doit chercher un système de construction qui permette :

1° D'employer autant de couches de métal d'élasticités différentes qu'il sera utile de le faire, et de les disposer entre elles de la manière la plus favorable à la résistance;

2° D'examiner et d'éprouver chaque portion du métal dans toutes ses parties, avant la fabrication, afin d'éviter dans le canon les défauts provenant de gerçures, de brûlures ou d'autres causes inhérentes au métal employé;

3° De supprimer toute surface de soudure ayant un plan tangent oblique ou normal sur l'axe, afin d'atténuer les causes de rupture transversale, et tout plan de soudure

(1) Le mot métal homogène est employé dans cette étude avec deux sens distincts; lorsqu'il s'agit de M. Whitworth, cette expression désigne une sorte particulière d'acier préparé par des procédés spéciaux. Dans les autres cas, par exemple, dans l'énoncé des lois de Barlow, elle s'applique à toute espèce de métal formant un bloc [illegible]nu et théoriquement homogène dans toutes ses parties.

passant par l'axe, afin d'éviter la diminution d'élasticité et de résistance transversale qui en résulte et qui peut amener des ruptures longitudinales ;

4° De donner aux fibres de chaque partie du métal la direction la plus favorable à la résistance de la bouche à feu ; par exemple, de les disposer soit suivant des circonférences dans les sections normales, soit suivant des hélices croisées de pas différents, si l'on veut employer ce moyen pour faire varier l'élasticité transversale des différentes couches, soit, pour les parties intérieures, suivant l'hélice directrice des rayures, si l'expérience se prononçait en faveur de l'une de ces dispositions ;

5° De mettre en œuvre pour la construction de la bouche à feu une quantité de métal très-peu supérieure à son poids définitif, et d'économiser ainsi le métal, le combustible et surtout la main d'œuvre dans les opérations finales, telles que le forage, l'alésage et le tournage extérieur du canon ;

6° Enfin, de faire le canon, sauf la culasse et la bague porte-tourillons, en une seule pièce, pour les calibres moyens, ou en nombre réduit de parties, s'il s'agit de très-gros calibres, tout en conservant les avantages des élasticités variables. La fabrication par parties distinctes n'est indiquée ici qu'à cause de la difficulté de forger convenablement d'une seule pièce des masses trop considérables.

Étude fondée sur ce programme. — Pour chercher la solution du problème, considérons un canon *BCDEF*, dans lequel on suppose la culasse et les tourillons enlevés (fig. 4). Supposons-le formé de couches concentriques successives d'acier de moins en moins élastiques, de l'intérieur à l'extérieur. Admettons que son tracé extérieur comporte, par exemple, une volée conique *BC*, un emplacement cylindrique *CD* pour la bague porte-tourillons, et enfin un renfort cylindrique *EF*, raccordé par un congé *DE* à *CD*. Considérons ce canon comme formé d'une série de

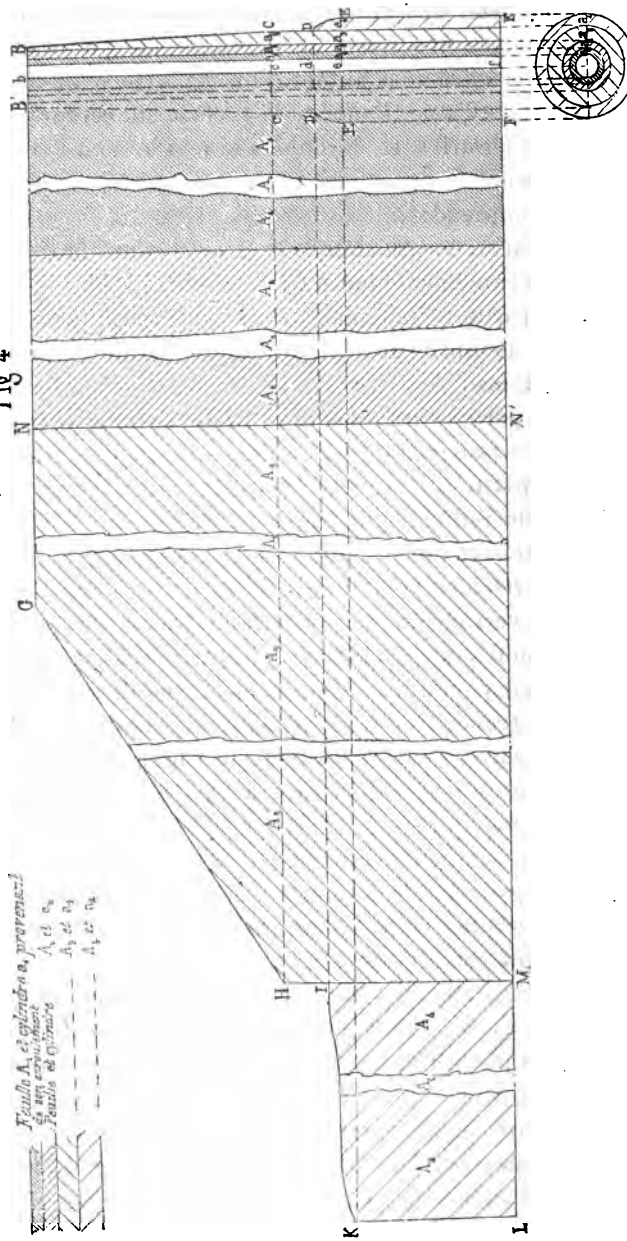


Fig 4
Feuille A_1 et cylindre a_1 provenant
de son enroulement
Feuille et cylindre
B
B'
b
C
c
D
d
E
e
F
f
G
H
I
K
L
M
N
N'
A_1
A_2
A_3
A_4
A_5
A_6
A_7
A_8
a_1
a_2
a_3
a_4
a_5
a_6
a_7
a_8

feuilles de métal très-mince, soudées bout à bout et dans l'ordre de leurs élasticités décroissantes de l'intérieur à l'extérieur et enroulées autour d'un mandrin cylindrique du diamètre de l'âme. Fendons la surface du renfort suivant une génératrice et déroulons la feuille dont l'enroulement a donné le canon. La forme générale de la feuille déroulée comprendra :

1° Une partie trapézoïdale *bGcH* provenant du déroulement de la volée conique *BC*;

2° Une partie rectangulaire *HcdI* provenant du déroulement de l'emplacement cylindrique *CD* de la bague porte-tourillons ;

3° Une portion trapézoïdale *deKI*, limitée par une courbe *KI* et provenant du déroulement du congé *DE*;

4° Une partie rectangulaire *efKL* provenant du déroulement du renfort cylindrique *EF*.

Si maintenant nous examinons la feuille de déroulement *fLKIHGb* au point de vue de sa constitution physique, nous verrons qu'elle est formée d'autant de feuilles partielles qu'il y a de couches d'élasticités distinctes dans le canon. S'il y en a, par exemple, 4, la feuille de déroulement comprendra 4 parties A_1 A_2 A_3 A_4, rangées de A_1 à A_4, dans l'ordre de leurs élasticités décroissantes; et ayant des dimensions perpendiculaires à l'axe de la bouche à feu qui dépendent :

1° De leur épaisseur propre;

2° De l'épaisseur de la couche dont elles proviennent;

3° De la position de cette couche, et de la distance de sa surface interne à l'axe.

L'exemple particulier que nous venons de citer, et dans lequel nous avons pris une pièce dont la forme extérieure comporte la plupart des profils usités dans l'artillerie moderne, suffit pour faire comprendre comment on peut toujours obtenir le déroulement d'une pièce considérée comme formée par l'enroulement d'une feuille de métal mince, homogène ou composée de parties, en nombre

quelconque, de ténacité, de dureté ou d'élasticité différente, rangées dans un ordre déterminé.

Le mode de fabrication suivant, qui n'est autre chose que l'opération synthétique inverse de celle que nous venons de décrire, fournirait probablement une solution satisfaisante de la question à l'étude.

Prenons des feuilles de métal laminé, que nous souderons bout à bout dans l'ordre de leurs élasticités. Les dimensions de chaque feuille partielle sont déterminées par l'épaisseur du manchon qu'elle doit fournir dans la bouche à feu et par la distance de ce manchon à l'axe. Ces quantités sont elles-mêmes fonctions de l'élasticité relative et du nombre des couches différentes que l'on veut employer. Le contour de chaque feuille partielle est déterminé par le profil extérieur de la portion de la bouche à feu qu'il est appelé à former. Ainsi, par exemple, la feuille partielle A_3 de la figure précédente devant donner une couche cylindrique s'étendant de la tranche de culasse au-dessous des tourillons, et une enveloppe conique extérieurement, à la volée, est taillée en pentagone irrégulier $HGNN'M$, ayant un de ses côtés HG oblique à l'axe afin d'obtenir, par enroulement, la forme générale d'un cône. L'épaisseur des feuilles de métal varie avec les dimensions de la pièce qu'on veut obtenir et les facilités plus ou moins grandes qu'offre le soudage, suivant la nature des métaux employés. Il faut se rappeler que dans le métal laminé la direction des fibres est déterminée par le sens du laminage, ce qui permet, en coupant les feuilles partielles et les soudant bout à bout, de donner exactement aux fibres l'inclinaison que l'on jugera la plus convenable pour chaque partie du canon. Sauf peut-être pour la feuille A_1, qui doit former l'âme de la bouche à feu, nous croyons bon d'enrouler les fibres dans des plans perpendiculaires à l'axe, et pour cela il suffira d'avoir soin de disposer les plaques de manière que le sens du laminage soit dirigé suivant Lf, c'est-à-dire nor-

malement à l'axe du cylindre ou mandrin sur lequel s'opère l'enroulement.

Ceci posé, les feuilles partielles étant soudées bout à bout, la tôle est placée dans un four spécial à réchauffer et amené au rouge. Un mandrin cylindrique d'un diamètre inférieur au calibre de la pièce projetée et un peu plus long que cette pièce, est disposé horizontalement devant une ouverture étroite et de même longueur pratiquée dans le four. La feuille est placée sur des galets cylindriques en fonte, dont on empêche l'échauffement trop grand par une circulation d'eau. La partie antérieure de la feuille, qui doit former l'âme du canon, est alors amenée hors du four, à travers l'ouverture mentionnée plus haut et son arête *bf* appliquée suivant une des génératrices du mandrin, auquel on imprime un mouvement uniforme de rotation. La feuille s'enroule alors autour de ce mandrin, et pour assurer la régularité de cet enroulement, un ou deux cylindres parallèles au mandrin exercent sur la tôle une pression constante et réglée à volonté par un dispositif spécial. L'enroulement terminé, le manchon, qui a déjà le profil général du canon, est séparé du mandrin et porté dans un four à gaz d'une forme particulière, où il est chauffé au blanc soudant, à la fois par l'intérieur et par l'extérieur. Il reçoit ensuite un nouveau mandrin cylindrique, d'une disposition spéciale, est amené promptement entre deux mâchoires en fonte portant en creux l'empreinte extérieure de la pièce, et comprimé en tous sens entre ces mâchoires, soit sous l'action d'une presse hydraulique puissante, soit sous le choc d'un fort marteau-pilon. Dans le cas où ces moyens renouvelés plusieurs fois seraient impuissants, vu les dimensions de la pièce en fabrication, pour amener un soudage parfait dans toute l'épaisseur de ses parois, elle peut être soumise à un martelage direct ou à tout autre procédé permettant d'arriver à ce résultat.

La pièce venue ainsi de forge toute forée et amenée déjà à

son profil général extérieur, est tournée et alésée à un millimètre de son calibre définitif, trempée à l'huile et recuite si cette opération est nécessaire, puis la bague porte-tourillons est mise en place soit par simple serrage en l'emmanchant à chaud, soit au moyen d'un pas de vis. La pièce est ensuite éprouvée à forte charge, alésée au calibre définitif, et rayée. L'appareil de culasse est enfin ajusté, et la bouche à feu est terminée. Si l'anneau porte-tourillons est vissé, le filet de sa vis doit être dirigé dans un sens tel que, sous l'influence de la rotation que la réaction du projectile sur les flancs de tir des rayures donnerait au corps de la pièce, si elle était libre, ce corps de pièce tende à se visser de plus en plus à fond dans la bague; au reste, même dans ce cas, il peut être bon de visser celle-ci à chaud, de façon à accroître son serrage par le refroidissement. Il ne faut pas cependant perdre de vue qu'un serrage trop énergique gênerait les vibrations.

Comme on le voit, ce mode de construction s'appliquerait non-seulement à la fabrication d'une bouche à feu d'un seul bloc, mais encore à l'établissement des différentes portions d'un canon composé, telles que le tube d'acier formant l'âme, les renforts et les manchons extérieurs. Les parties ainsi préparées seraient ensuite ajustées et emmanchées par un des procédés déjà indiqués à propos des autres systèmes, de façon à les mettre dans un état convenable de tension initiale.

Il pourrait être préférable, même pour les calibres inférieurs et moyens, de préparer le corps du canon comme il a été dit plus haut, et de former l'âme d'un tube distinct en acier doux, obtenu par le même procédé et emmanché à chaud. — Cette disposition donnerait plus de facilité pour la trempe et le recuit de l'acier des parois de l'âme, et permettrait de mettre le corps de la bouche à feu dans un état favorable de tension initiale. En outre, les dilatations longitudinales du tube central sous l'influence de l'échauffement s'opéreraient par glissement

sans fatiguer la pièce. L'expérience seule pourrait décider si ce mode de construction serait plus avantageux que celui en un seul bloc.

Comparaison de cette construction avec le programme précédent. — Quoi qu'il en soit, les explications précédentes suffisent pour indiquer un nouveau mode de fabrication qu'il pourrait être avantageux d'étudier.

Ce procédé permettrait de réaliser avec une approximation aussi grande que possible les conditions établies par le principe des élasticités variables. Il rendrait facile l'examen approfondi et l'épreuve complète de chaque portion du métal avant sa mise en œuvre, et mettrait ainsi à l'abri des accidents de fabrication provenant de défauts dans la matière première. Ne comportant aucune surface de soudure oblique ou perpendiculaire à l'axe, il n'affaiblirait aucunement la résistance longitudinale de la pièce. Toutes les surfaces de soudure ayant leurs plans tangents parallèles à l'axe, *l'effort transversal tendrait à resserrer les joints* dans le cas d'un soudage imparfait, et non à les ouvrir. Enfin les fibres du métal seraient disposées à peu près circulairement et concentriquement à l'axe, à moins qu'on ne jugeât avantageux, pour certaines parties, de leur donner une autre direction. Le canon pourrait être d'un seul bloc, tout en conservant les avantages des élasticités variables des diverses couches, ou composé de plusieurs parties distinctes emmanchées l'une sur l'autre à l'état de tension initiale, et établies chacune, soit avec une feuille de métal homogène, soit avec des métaux combinés d'après le principe des élasticités variables; on pourrait ainsi, dans les grosses bouches à feu, réduire considérablement le nombre des manchons sans diminuer sensiblement la résistance. Enfin, la feuille entière étant coupée d'avance à la forme convenable pour donner très-approximativement par enroulement le profil général de la pièce finie, en tenant compte des déchets de fabrication, la bouche à feu venue de forge n'aurait plus à subir qu'un

tournage et un alésage peu considérables, ce qui diminuerait sensiblement la main-d'œuvre et économiserait le métal (1).

Nous n'entrerons pas ici dans la description des procédés industriels à suivre pour réaliser ce mode de construction; on ne conteste pas les difficultés qu'en présenterait actuellement l'application, mais il est permis de croire qu'elles ne sont pas insurmontables. Des développements spéciaux pourront d'ailleurs être donnés ultérieurement à ce sujet.

J. Creuzé de Latouche.

---

lication étant d'un prix rela-
le réduire le plus possible

DE L'ARMEMENT DE DÉFENSE DES PLACES.

Une armée ennemie, victorieuse en rase campagne, peut être amenée à attaquer une forteresse dont la possession lui paraît indispensable au succès de ses opérations ultérieures, et si la place dispose de moyens suffisants de résistance, et que, par suite, le bombardement soit inefficace, l'ennemi est obligé de procéder à une attaque régulière.

Il établit, à 2000 ou 3000 mètres des ouvrages avancés, des batteries de première position assez nombreuses et assez puissantes pour réduire au silence l'artillerie des remparts. Puis il ouvre la parallèle, construit les diverses batteries de deuxième position, et, sous la double protection de la mousqueterie et de l'artillerie, conduit les approches jusqu'au couronnement du chemin couvert (1).

Les remparts doivent donc, avant tout, être armés et organisés en vue de soutenir une lutte d'artillerie aux grandes distances, et non plus pour une défense rapprochée, à peu près impossible sous les feux incessants de l'ennemi.

Première période d'un siége régulier. — Défense éloignée. — *Composition de l'armement de défense.* — La force absolue de l'armement de défense ne saurait être déterminée *à priori*, mais il n'en est pas de même de sa composition relative.

Les proportions à fixer pour les bouches à feu des différents calibres dépendent évidemment de la composition probable du parc de siége. Or, d'après les idées émises par le prince de Hohenlohe, l'équipage destiné à une attaque régulière comprendrait :

(1) Voir les « *Idées sur les siéges, conférence donnée, le 15 mars 1872, à la Société militaire de Berlin*, par le prince de Hohenlohe-Ingelfingen. » — Cet officier-général commandait l'artillerie allemande au siége de Paris.

Mortiers rayés de 21^{cm}.		10 p. 0/0
Canons rayés de 15^{cm}.	longs.	25 p. 0/0
	courts	25 p. 0/0
Canons rayés de 12^{cm}.		30 p. 0/0
Canons rayés de 9^{cm}.		10 p. 0/0

Il serait à désirer, suivant le même auteur, que l'on réussît à créer un canon court de 21^{cm}, qui augmenterait singulièrement les effets des batteries lointaines, et un canon de 12^{cm}, court, pour être substitué à la pièce de 9^{cm}, dont l'action est reconnue insuffisante.

Tels sont les moyens de destruction que l'attaque peut mettre en jeu, et d'après lesquels on doit déterminer la composition de l'armement de défense.

1° *Canons de 24 rayés.* — Il paraît nécessaire de constituer la majeure partie de cet armement (50 à 60 p. 0/0) avec des bouches à feu de gros calibre, des canons de 15^{cm}, ou de 24 rayés. Sinon, il serait assez difficile de compenser par le nombre l'infériorité en calibre.

Pour en être convaincu, il suffit de comparer les effets que produiraient sur une batterie éloignée un canon de 24 et un canon de 12 (du modèle encore réglementaire).

Aux distances de 2000 et 3000 mètres, la justesse de tir du canon de 24 est double de celle du canon de 12 de siége; elle est également très-supérieure à celle du canon de 12 de place (1).

D'un autre côté, les expériences de l'île d'Aix ont montré que, pour pratiquer à 1220 mètres des brèches de dimensions déterminées, les bouches à feu de 24 et de 12 devaient loger dans l'escarpe un même poids de fonte ; par conséquent, à cette distance de 1220 mètres, l'obus de 24 produit autant d'effet que 2 obus de 12. A 2000 mètres et 3000 mètres, l'obus de 24, qui conserve mieux sa vitesse, aura une supériorité relative encore plus accusée, et, sui-

(1) Écarts moyens à 2500^{m}: 24 de place (charge $2^{k},500$), en direction $3^{m},04$, en hauteur $4^{m},58$; 12 de place (charge $1^{k},400$), en direction $3^{m},85$, en hauteur $5^{m},55$; 12 de siége (charge $1^{k},200$), en direction $3^{m},06$, en hauteur $9^{m},05$.

vant toute probabilité, il causera dans la batterie ennemie des désordres assez sérieux, alors qu'un projectile de moindre calibre ne produirait plus que des dégâts sans importance. On peut donc conclure, en définitive, que la bouche à feu de 24 est équivalente, comme tir, à 2 ou 3 canons de 12 de place et au moins à 4 de siége : cette évaluation est loin d'être exagérée.

Les pièces prussiennes ont sur les nôtres une supériorité incontestable. D'après les observations faites au fort de Montrouge pendant le bombardement, les obus de 15^{cm}, tirés à des distances comprises entre 2 700 et 2 900 mètres, traversaient les murs de tête de casemate, lesquels avaient 1 mètre d'épaisseur; leur pénétration dans les parapets variait entre 2 mètres et $2^{m},20$. Quant aux projectiles de 12^{cm} et à ceux de 8^{cm}, ils n'avaient que des effets insignifiants : les premiers venaient de 2 700 et 3500 mètres, les seconds de 2 500 mètres.

Si maintenant l'on fait entrer en ligne de compte et le prix du matériel afférent à chaque bouche à feu [1], et le personnel nécessaire pour la manœuvre, on reconnaîtra que l'emploi du canon de 24, comme pièce de position sur les remparts, constitue une économie véritable, en ce sens qu'il remplace avec avantage 3 et même 4 bouches à feu de 12.

2° *Canons de 19^{c} ou de 22^{c}.* — Il est manifeste d'ailleurs qu'il y aurait utilité réelle à doter les places les plus importantes de quelques pièces d'un calibre supérieur, telles que les canons de 19^{cm} et de 22^{cm}. Ces bouches à feu, par la précision de leur tir, l'étendue de leur portée et la puissance de leurs projectiles, sont appelées à rendre de grands services dans la défense des forteresses; mais par cela même elles seront le point de mire des coups de l'ennemi; et, pour assurer leur conservation, il importe de les

[1] Prix du matériel, des approvisionnements et des rechanges d'une bouche à feu opposée aux attaques dans une place de 1re classe : 1 canon de 24 de place, 26 750 francs; 1 canon de 12 de place, 18 250 francs; 1 canon de 12 de siége, 14 570 francs.

placer dans des conditions exceptionnelles de sécurité; assez souvent on sera obligé de les casemater ou même de les cuirasser.

3° *Mortiers rayés de 19c ou de 22c.* — En outre, des mortiers de 19cm ou 22cm seront employés avec avantage pour fouiller les terre-pleins des batteries, enfoncer les magasins à poudre et ceux de chargement, et détruire les abris destinés au personnel. Toutefois, le tir en bombe contre des buts éloignés et sans profondeur, restera toujours assez incertain.

4° *Canons de 12 rayés de siége.* — Indépendamment des bouches à feu de gros calibre, l'armement de défense doit comprendre, mais en plus faible proportion, des pièces de 12 de siége ou de campagne. Celles-ci, grâce à leur mobilité, pourront se porter d'un point à un autre de la fortification et tromper par ces déplacements l'artillerie adverse; elles auront pour mission principale, dans la première période du siége, d'inquiéter les canonniers ennemis par le tir d'obus à balles munis d'une fusée à temps (1).

Bien que l'artillerie mobile puisse concourir dans une certaine mesure à la défense éloignée, il serait imprudent d'avoir une confiance absolue dans son efficacité; d'ailleurs la pénurie du personnel limitera toujours le nombre de ces pièces volantes, qui exigent beaucoup de monde pour leur service.

En résumé, il semble qu'on pourrait adopter pour l'armement de défense les proportions suivantes :

Canons rayés de 15cm (et quelques pièces d'un calibre supérieur). . . . . 60 p. 0/0
Canons rayés de 12cm. . . . . 25 p. 0/0
Mortiers rayés de 19cm et de 22cm, et, à leur défaut, mortiers lisses. . . . . 15 p. 0/0

Installation des bouches à feu sur le rempart. — Les bouches

(1) Cette fusée devrait, autant que possible, être à durée continue et assurer l'éclatement du projectile jusqu'à 3 000 mètres.

à feu de gros calibre, de 15^{cm} en général, constituent la partie essentielle et vraiment efficace de l'armement; il convient donc surtout de s'occuper spécialement de leur installation. A cet égard, la première question à résoudre est de savoir si ces bouches à feu doivent tirer à barbette ou à embrasure.

Tir à barbette. — Au moment de l'investissement, il est utile d'avoir aux saillants de la fortification quelques pièces. disposant d'un champ de tir considérable et susceptibles d'être pointées directement sur les troupes et les convois qui passent en vue de la place ; on emploiera pour cet objet des canons montés sur grand châssis et tirant à barbette. Cette installation ne sera que provisoire, car aussitôt que les batteries de première position ouvrent le feu, les pièces tirant à découvert sont en prise aux coups directs et d'écharpe; les servants peuvent être atteints sur les plates-formes par les shrapnels [1] et les balles de mitrailleuses.

Le tir à barbette exigerait pour les pièces de position des affûts à éclipse. Mais, par leur nature même, ces affûts sont assez compliqués; leur prix est élevé; ils offrent une grande surface aux coups plongeants d'écharpe et surtout aux bombes des mortiers rayés; un projectile peut les mettre hors de service, et vraisemblablement on aurait quelque difficulté à remplacer sous le feu de l'ennemi les parties détériorées. Il serait téméraire d'affirmer que les affûts à éclipse ne seront jamais en usage dans la défense des places; mais tout au moins il est douteux que leur emploi se généralise et cesse d'être exceptionnel.

---

[1] Au siége de Strasbourg, l'artillerie allemande a tiré un grand nombre d'obus à balles. Voici du reste la liste des projectiles consommés par elle :

Canons de 15^{c} : 28000 obus ordinaires. 3000 obus longs, 5000 shrapnels ;

Canons de 12^{c} : 45000 obus et 11000 shrapnels ;

Canons de 9^{c} : 8000 obus et 4000 shrapnels ;

Mortiers rayés de 21^{cm} : 600 obus longs.

En outre, 58000 bombes ont été lancées, savoir : 15000 de 28^{c}, 20000 de 23^{c} et 23000 de 15^{c}.

La consommation de projectiles, pendant le bombardement de la ville, est évaluée à 12000 coups. Enfin 31000 coups ont été tirés par les batteries de Kehl contre la citadelle.

Tir à embrasure. — Pour lutter contre des batteries fixes dont la position est à peu près indiquée à l'avance, il n'est pas indispensable d'avoir, d'une manière permanente pour les pièces, un champ de tir étendu; par suite, pour mieux couvrir le personnel et le matériel, on est conduit à abaisser les plates-formes et à pratiquer des embrasures dans l'épaulement.

Il est à remarquer, toutefois, que les merlons, qui donnent aux servants et à la pièce une sécurité relative, seront à la longue bouleversés par les obus ennemis, et leur destruction sera d'autant plus rapide que les embrasures seront plus rapprochées et plus profondes.

On a donc à remplir deux conditions tout à fait contradictoires : ne pas affaiblir l'épaulement d'une part, et de l'autre enfoncer suffisamment l'embrasure pour mieux couvrir le personnel et le matériel. Il sera d'autant plus difficile de satisfaire à ces deux conditions que l'affût sera moins élevé.

Embrasures ordinaires. — *Embrasures profondes.* — L'embrasure de siége, décrite dans l'*Aide-Mémoire* de 1856, a une profondeur de $1^m,10$, une ouverture intérieure de $0^m,54$, et une ouverture extérieure de 3 mètres : elle offre à l'ennemi une cible de 3 mètres de base et $1^m,10$ de hauteur. A 1 500 mètres, un canon de 12 prussien y logerait le quart de ses projectiles; à 2 500 mètres, le canon de 24 long, à la charge de 3 kil., donnerait 30 coups d'embrasure pour 100 coups tirés.

Or, on peut admettre d'une manière approchée que la probabilité d'atteindre un but de dimensions données est proportionnelle à la hauteur et à la largeur de ce but. En réduisant la profondeur de l'embrasure à $0^m,50$ et l'ouverture extérieure à $1^m,50$, le nombre de coups d'embrasure, à 2 500 mètres, ne serait plus que de 75 p. 0/0 des projectiles envoyés par le canon de 24 prussien.

D'un autre côté, dans une embrasure profonde, les dégâts causés par les obus sont d'une grande importance;

quelques coups suffisent pour détruire le revêtement des joues, combler le fond de l'embrasure et empêcher le pointage de la pièce. Les réparations sont longues et périlleuses, et les canonniers de la défense ont à déployer une grande énergie pour poser les nouveaux gabions des joues et rétablir dans leur état primitif les merlons éboulés.

Embrasures plates. — Une embrasure plate, de $0^m,50$ de profondeur, ne présente pas à beaucoup près les mêmes inconvénients : elle reçoit moins de projectiles, et les dégâts produits sont généralement sans gravité ; on peut se dispenser de revêtir les joues, ainsi que l'a prouvé l'expérience. En outre, l'embrasure plate ne se détache pas avec netteté sur la masse générale de l'épaulement, ce qui rend plus difficile le pointage de l'ennemi.

Devant Strasbourg, les canonniers prussiens apercevaient dès l'aube nos embrasures profondes, quand des remparts on ne pouvait distinguer les canons de l'attaque, encore perdus dans une demi-obscurité. Ces embrasures, qu'on avait eu tant de mal à réparer pendant la nuit, étaient bouleversées avant que nos pièces fussent parvenues à régler leur tir. De l'avis unanime des officiers qui ont pris part à la défense de Strasbourg, les embrasures de siége sont condamnées par l'expérience : elles offrent un but trop apparent, sont très-rapidement détruites et laissent, après leur destruction, une brèche ouverte par laquelle les obus ennemis achèvent de démonter le matériel. Il n'en est pas de même de nos embrasures de place : celles-ci n'affaiblissent pas l'épaulement, qualité d'autant plus précieuse qu'il n'a pas été rare à Strasbourg de voir des merlons rasés à coups de canon [1].

Pour compléter cet exposé, il semble utile de montrer par un exemple la manière satisfaisante dont les embrasures plates résistent aux coups de l'artillerie, et de faire

---

[1] Ce fait s'est présenté notamment sur le flanc droit du bastion 11.

voir les inconvénients que présente l'affût de campagne avec ses roues élevées. Cet exemple est tiré d'un article consacré au siége de Strasbourg par un officier supérieur de l'artillerie allemande.

La contre-garde 12 *b*, située en avant de l'un des bastions d'attaque de Strasbourg, était armée de 4 pièces, protégées chacune par une traverse. Au saillant, un canon de 12 rayé de siége tirait à barbette; sur la face gauche, 2 canons de 12 rayés de siége étaient montés sur des plate-formes hautes, des espèces de barbettes (*auf bankartiger Erhöhung hinter flacher Scharte*). Sur la face droite, derrière une embrasure profonde, était un obusier de 16^{c}.

Au moment de la reddition, l'obusier de 16^{c}, qui n'était pas contre-battu directement, était intact ainsi que son embrasure; les autres pièces avaient été mises hors de service par les obus allemands. L'ennemi avait eu de grands efforts à faire pour réduire au silence le deuxième canon de 12 rayé de la face gauche.

« La plate-forme de cette pièce était complétement bou-
» leversée et jonchée de débris provenant du canon et de
» l'affût, ainsi que d'éclats d'obus prussiens. L'embrasure
» était tellement élargie et approfondie que la plate-forme
» n'était plus, à proprement parler, couverte par l'épau-
» lement.

» Les débris épars sur le terre-plein de la contre-garde
» montraient que, pour les 3 canons rayés, et surtout
» pour ceux de la face gauche qui tirèrent le plus, 5 affûts
» et 17 à 18 roues avaient été détruits par le feu de l'at-
» taque. Jusqu'au dernier moment, les braves canonniers,
» qui servaient les pièces, avaient non-seulement rem-
» placé le matériel démonté, malgré la longueur et la
» difficulté des communications, mais encore ils avaient
» très-souvent rétabli les embrasures et les plates-formes.
» Et cependant, dès le commencement du siége, l'attaque
» avait surveillé cette face de la contre-garde; des pièces
» étaient spécialement chargées de la contre-battre, et

» chaque matin elles détruisaient les réparations exécutées » pendant la nuit : en dépit de tout, les canons de la con- » tre-garde se faisaient fréquemment remarquer, et cela » d'une manière désagréable. Il n'y eut que les batteries » poussées en avant de la seconde parallèle qui purent, à » petite distance, éteindre le feu de ces pièces. La ténacité » avec laquelle les canonniers de la défense restaient à » à leur poste, ressort du fait suivant : il est démontré, par » des documents authentiques, que les 2 canons battus de » plein fouet depuis le 30 août, tiraient encore le 17 sep- » tembre au matin, après 19 jours de lutte, et que, 5 jours » plus tard, on découvrait du couronnement que la 2e em- » brasure était rétablie, qu'elle était seulement masquée » et qu'en arrière se tenait un canon prêt à faire feu. C'est » alors que l'assiégeant ouvrit complétement l'épaulement » et acheva de désorganiser la pièce jusqu'à la dernière » limite. Ce fut l'œuvre du canon de 6 tirant à une dis- » tance de 575 pas (432 mètres).» (*Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere des deutschen Reichsheeres.*)

De l'examen qui vient d'être fait on est en droit de conclure que, sur une face d'ouvrage contre-battue par un feu direct, les embrasures profondes doivent être proscrites d'une manière absolue.

S'il est nécessaire, on garantira les servants et le matériel des coups plongeants d'enfilade, en surélevant les traverses d'une quantité convenable. Si la pièce n'avait pas à craindre des coups directs, on pourrait enfoncer l'embrasure et faire une traverse moins haute : ce cas se présentera pour les pièces de flanquement tirant à ciel ouvert dans les parties de la fortification qui sont en dehors des attaques régulières.

Partout ailleurs les embrasures seront réduites au minimum de profondeur, $0^m,50$ par exemple : c'est une question capitale pour la conservation de l'armement. Si donc on admet qu'il faille, pour couvrir les servants pendant la manœuvre, une hauteur d'épaulement de $2^m,20$, le système

d'affût employé doit être tel que la genouillère ait $1^m,70$, l'axe de la bouche à feu étant supposé horizontal.

Embrasures à contre-pente. — Il n'a été question jusqu'ici que des embrasures ordinaires, lesquelles sont indispensables pour permettre de tirer sur les abords de la place. Mais la majeure partie des pièces du rempart est exclusivement destinée à entrer en lutte avec des batteries lointaines, dont la position est souvent indiquée à l'avance : on se servira pour ces bouches à feu d'embrasures à contre-pente.

Dans cette hypothèse, l'inclinaison du fond de l'embrasure sera réglée de façon à permettre le tir à la plus forte charge. Elle sera de 6° pour une pièce de 24 tirant à une distance minima de 1 800 mètres et à la charge de $2^k,500$ (1).

L'emploi d'une contre-pente offre de sérieux avantages. Pour une profondeur déterminée d'embrasure (2), il permet d'augmenter la hauteur de genouillère et par suite de descendre la plate-forme. En outre, si l'on ne s'astreint pas à appliquer la pièce contre l'épaulement, on peut encore abaisser la plate-forme. Ainsi, pour le 24 rayé de place, monté sur affût de l'obusier de 22^c, par cela seul qu'on tire sous l'angle de 6°, on peut prendre une hauteur de genouillère de $1^m,32$ (3); mais on gagnera encore $0^m,05$ en reculant la pièce de $0^m,80$, ce qui amène la tranche de la bouche dans l'alignement du talus intérieur. Avec une embrasure de 0^m, 60, la plate-forme serait donc à environ 2 mètres en contre-bas de la crête intérieure, quantité suffisante, à la rigueur, pour défiler les servants des coups de plein fouet. Dans ces conditions, un affût de hauteur médiocre, comme notre affût de siége actuel, serait employé sans inconvénients notables.

---

(1) Le but est supposé à la hauteur de la pièce. Avec le 24 prussien en bronze ou en acier fondu (charge 3 kil.), l'angle de tir serait de 5°34'.

(2) Mesurée à l'aplomb de la crête intérieure.

(3) Mesurée à partir de la face supérieure des madriers de la plate-forme.

L'embrasure à contre-pente constitue un but moins visible que l'embrasure ordinaire de même profondeur, et elle est plus solide. Toutefois, le prisme de terre qui dérobe l'ouverture intérieure aux vues de l'ennemi sera tôt ou tard rasé par les projectiles, et l'on finira par se trouver dans des conditions identiques à celles de l'embrasure ordinaire. Par conséquent, si l'on approfondissait l'embrasure, le talus intérieur serait fortement entaillé, et l'on risquerait de perdre l'avantage acquis par l'emploi de la contre-pente.

Il paraît donc convenable d'adopter, pour la profondeur des embrasures à contre-pente, la limite jugée nécessaire pour l'embrasure ordinaire, soit $0^m,50$ sur une face d'ouvrage exposée à être contre-battue par des feux directs.

Si l'on dispose d'un affût exhaussé, élevant la pièce à $1^m,70$ au-dessus de la plate-forme, et si l'on tire sous un angle de 6°, la hauteur de genouillère sera de $1^m,85$ environ. Prend-on une embrasure de $0^m,50$ de profondeur? La plateforme sera établie à $2^m,35$ au-dessous de la crête intérieure. Tient-on au contraire cette plate-forme à $2^m,20$ en contre-bas? La profondeur de l'embrasure sera réduite à $0^m,35$. Dans le premier cas, l'embrasure viendra déboucher sur la plongée, inclinée au $^1/_9$, à $2^m,50$ de la crête intérieure; dans le deuxième cas, à $1^m,70$.

La conservation de la masse de l'épaulement n'est pas tout : il faut encore que le personnel et le matériel, c'est-à-dire la partie active de la défense, ne soient pas trop exposés aux coups de l'attaque. A ce point de vue, le mode de chargement adopté pour la bouche à feu et le système de construction de l'affût ont une importance capitale.

Avantages du chargement par la culasse pour les pièces de position. — Le chargement par la culasse paraît indispensable pour une pièce de position. Les servants n'ont plus alors à se présenter à l'ouverture intérieure de l'embrasure, où ils peuvent être vus de l'ennemi. Il est facile de faire en sorte que la pièce se remette d'elle-même en batterie après avoir

fait feu; les canonniers sont, par suite, dispensés d'une manœuvre lente, fatigante, dangereuse même, puisqu'elle les retient plus longtemps sur la plate-forme; en outre, on a la faculté de réduire le nombre de servants de 6 à 4, 4 hommes suffisant pour charger la bouche à feu et la pointer. Enfin, la plate-forme de siége peut être tenue horizontale : on limitera le recul de l'affût par des coins d'arrêt, inclinés au sixième, sur lesquels monteront les roues; la pièce descendra cette rampe et reviendra occuper d'elle-même sa position primitive contre l'épaulement.

Notre matériel actuel de siége ne permet pas l'emploi d'un pareil artifice, puisque, pour charger, on est obligé de tenir la pièce hors de batterie : afin de restreindre le recul et de faciliter le mouvement de l'affût en sens inverse, on donne à la plate-forme de siége une inclinaison de $0^m,04$ par mètre. Mais alors la queue de la plate-forme est de $0^m,20$ plus élevée que la tête, et les hommes ne sont plus protégés que par une hauteur d'épaulement de $2^m,10$, en admettant que, près du talus intérieur, la plate-forme soit à $2^m,30$ au-dessous de la crête.

Sous tous les rapports, rapidité et facilité de la manœuvre, diminution du nombre de servants et sécurité relative du personnel, le chargement par la culasse présente de sérieux avantages.

Affûts de siége. — Quant à l'affût, on a vu précédemment combien il est utile de pouvoir disposer d'une grande hauteur de genouillère, soit pour diminuer la profondeur de l'embrasure, soit pour abaisser la plate-forme. Notre affût de siége réglementaire est trop bas, et par suite ne convient pas pour les petits angles de tir. Il paraît indispensable de chercher à lui adapter des hausses de flasque qui permettraient d'augmenter la hauteur de genouillère, et qui, dans un autre ordre d'idées, resteraient seules exposées aux coups directs et laisseraient à l'abri le corps même de l'affût. Les Prussiens ont réussi à transformer

de cette manière leurs affûts à flasques longs ; pour notre système, on serait obligé sans doute de consolider la liaison de la flèche avec la queue des flasques et de modifier l'appareil de pointage.

Affûts de place. — L'affût de place, monté sur un grand châssis, donne une genouillère de $1^m,50$, et même de $1^m,60$ si la pièce ne tire pas au-dessous de l'horizon. On ne découvrira pas trop le personnel en pratiquant une embrasure plate de $0^m,30$ à $0^m,40$.

Toutefois, il est à remarquer que ce matériel est volumineux et par suite assez facile à atteindre ; les logements des tourillons étant pratiqués dans le corps même de l'affût, le sommet des montants et des arcs-boutants est exposé aux coups directs, surtout quand la pièce est hors de batterie. L'affût de place sur grand châssis est donc inférieur à l'affût de siége muni de hausses de flasque, quand l'étendue du champ de tir n'est pas une condition essentielle à remplir. C'est précisément le cas de la plupart des bouches à feu dirigées sur les attaques de l'ennemi. Mais ces pièces ne sont pas les seules dont on puisse se servir.

La précision du tir de l'artillerie rayée et la faible tension des trajectoires permettront assez souvent d'utiliser l'armement d'ouvrages situés en dehors des attaques ; on retournera les pièces et l'on tirera par dessus les traverses, les ouvrages voisins, etc. (1). Il suffira de repérer sur le terrain la direction du but, d'en connaître la distance et d'avoir des observateurs chargés de relever les points de chute : ce sera une application du tir indirect sur un but caché aux vues de la batterie.

Il serait facile d'approprier l'affût ordinaire à ce genre de tir : on disposerait la cheville-ouvrière sous l'entretoise du milieu du grand châssis et l'on adapterait des roulettes aux deux extrémités des côtés ; on acquerrait

(1) Afin d'éviter des projections dangereuses sur les hommes placés en avant, il paraît important que l'obus ne soit pas enveloppé d'une chemise de plomb ; la fusée ne devrait pas non plus nécessiter l'emploi d'une goupille de sûreté, comme dans le système prussien.

ainsi un grand champ de tir horizontal; on conçoit même qu'on puisse le rendre indéfini en supprimant la partie de la directrice qui dépasse les côtés. Cette transformation a été exécutée en 1870, à Montmédy; elle a donné de bons résultats.

Enfin il serait à désirer que le grand châssis eût une inclinaison suffisante pour ramener la pièce à sa position de tir.

L'affût à pivot central, excellent pour le tir à barbette, convient également avec des embrasures de profondeur assez faible pour qu'il soit facile de les ouvrir en quelques coups de pioche, quand on veut faire feu dans une direction déterminée.

Que la pièce soit montée sur affût de siége ou de place, il sera utile de ménager sur les côtés de la plate-forme des rigoles assez profondes où se tiendront les hommes quand leur présence auprès de la culasse ne sera pas nécessaire. Le fond de ces rigoles aura 1 mètre de largeur et viendra se raccorder en pente douce avec le niveau général du terre-plein (1).

Traverses couvrantes. — Par ces diverses combinaisons, les servants et les affûts seront sensiblement protégés contre les coups directs de plein fouet. Quant au tir plongeant, à charges réduites, il n'est réellement dangereux que si l'on est enfilé par les batteries de l'attaque.

Il est, pour ainsi dire, impossible de se garantir d'une manière absolue des coups plongeants d'enfilade. Mais tout au moins doit-on chercher à se préserver des plus dangereux; on pourra dans ce but, comme le propose le colonel Brialmont dans son ouvrage sur la *Fortification à fossés secs*, se contenter d'un défilement au quart, inclinaison correspondante à un angle de chute de 14°.

Dans cette hypothèse, il faudrait couvrir chaque pièce

---

(1) Il serait avantageux d'établir le terre-plein à 3 mètres au-dessous de la plongée du parapet et de lui donner une pente de $^1/_{10}$ vers l'intérieur de la place.

par une traverse qui s'éleverait à $1^m,25$ ou $1^m,50$ au-dessus de la plongée.

Si les traverses sont en terre sablonneuse, une épaisseur en crête de 3 mètres suffira pour arrêter les projectiles; si la terre est moyennement argileuse, l'épaisseur sera portée à 4 mètres.

Les traverses seront terminées en dos d'âne pour augmenter la difficulté de l'écrêtement. Elles s'étendront jusqu'au talus extérieur du parapet, pour arrêter les coups d'écharpe; du côté opposé, elles laisseront le passage strictement nécessaire pour une voiture; plus elles se prolongeront sur le terre-plein et mieux elles abriteront les servants des coups de revers (1).

En général, il sera utile de revêtir la base de ces traverses par une rangée de gabions ou de barils remplis de terre, ou bien par un clayonnage de $1^m,50$ de hauteur, ou mieux encore par une file de rondins jointifs, plantés en terre sous l'inclinaison du $^1/_6$ et réunis à leur extrémité par un demi-rondin.

Les traverses, que l'on est obligé de multiplier sur les remparts exposés à l'enfilade, prennent évidemment beaucoup de place : cet inconvénient ne saurait être évité; il perd d'ailleurs de son importance si les pièces de gros calibre entrent pour une large part dans l'armement. D'un autre côté, les traverses désignent à l'ennemi les emplacements réservés aux bouches à feu. Mais, d'une façon ou de l'autre, l'assiégeant arrivera toujours à connaître ces emplacements et à les repérer : en définitive, il est plus important de se garantir des coups de l'ennemi que de ses vues.

Les traverses élevées rendront un autre service : souvent on pourra ménager dans leur massif de petits abris pour les servants, des dépôts de charges et de projectiles;

(1) L'assiégeant qui enfilerait la courtine d'un front bastionné prendrait à revers les faces collatérales des bastions.

quelquefois il conviendra aussi d'y établir une casemate à canon[1].

L'organisation des remparts qui ne sont pas exposés à l'enfilade est plus facile. Les traverses seront moins épaisses et plus espacées; dans l'intervalle on établira 2 ou 3 bouches à feu, séparées l'une de l'autre par un pare-éclat ou par une petite traverse dont le sommet ne dépassera pas l'épaulement.

En ce qui concerne la répartition du matériel sur le rempart, les pièces sur affût à pivot central auraient leur emplacement désigné aux angles saillants de la fortification, et sur les parties de l'enceinte qui n'ont pas de vues directes sur les positions probables des premières batteries de l'attaque. D'une manière générale, les bouches à feu à pivot central[2] pourraient constituer, avec les pièces de flanquement, l'armement de sûreté.

Quant aux pièces à champ de tir limité, qu'on installerait à l'avance sur les remparts, on les placerait de manière à contre-battre les batteries de première position que l'ennemi aurait à établir, ou encore de manière à voir le terrain sur lequel se développeront les attaques : dans ce dernier cas, il sera bon d'avoir des embrasures plates pour tirer à mitraille ou à shrapnel sur les abords de la place.

Deuxième période d'un siége régulier. Défense rapprochée. — Les diverses combinaisons présentées dans le cours de ce travail (combinaisons qui ont été appliquées en partie à l'étranger et qui semblent suffisamment justifiées par l'expérience de la dernière guerre), mettront l'artillerie de la défense à même de soutenir et de prolonger la lutte avec les premières batteries de l'attaque.

Mais il arrivera un moment où l'ennemi aura pris une

---

(1) L'étude que le colonel Brialmont a consacrée à l'organisation des remparts abonde en détails du plus grand intérêt : elle sera consultée avec fruit par l'artilleur et par l'ingénieur militaire. Nous n'avons fait qu'effleurer ce sujet, en prenant d'ailleurs pour guide le savant ouvrage du colonel belge sur la fortification à fossés secs.

(2) Ces bouches à feu seraient, autant que possible, du calibre de 24.

telle supériorité qu'on sera obligé de suspendre le feu. L'assiégeant en profitera pour se porter en avant et ouvrir la tranchée.

Il s'agira surtout alors d'augmenter le plus possible la durée de la défense. Pour arrêter ou ralentir les travaux d'approche, on lancera brusquement quelques projectiles avec les pièces légères, qui disparaîtront aussitôt derrière l'épaulement. En ce qui concerne les canons de gros calibre, on sacrifiera la puissance du tir à la sécurité des servants et du matériel; on abaissera les plate-formes, et l'on adoptera le tir plongeant sous les angles de 12° et 16°. En même temps on emploiera tous les mortiers disponibles.

Mais il pourra bientôt arriver, soit par suite de la désorganisation de l'épaulement et des traverses couvrantes, soit en raison des pertes en matériel et de l'énorme supériorité de l'artillerie adverse, que les feux verticaux deviennent les seuls possibles. On adoptera alors pour les pièces légères le tir à 35°; on placera ces canons partout où l'on pourra, sur le rempart, sur les terre-pleins bas ou même derrière des barricades improvisées dans les rues de la ville.

Il est certain que, lorsqu'on en sera réduit à se servir de pareils moyens, on ne causera plus à l'ennemi de pertes sérieuses; mais on poussera du moins la résistance jusqu'à ses dernières limites et l'on obligera ainsi l'assiégeant à user son matériel et à dépenser ses munitions pour venir à bout de remparts à demi-ruinés et éteindre les derniers feux de la défense.

J. C. A. Caillet, *capitaine d'artillerie.*

DES DYNAMITES
ET DE LEURS APPLICATIONS DANS L'ARTILLERIE.

M. le capitaine du génie Fritsch a rédigé, il y a quelques mois, un Mémoire d'un grand intérêt qui forme à lui seul un volume (tome XX) du *Mémorial de l'Officier du génie* (1), et qui a pour titre «*Les Dynamites, étude théorique et pratique de quelques poudres brisantes dérivées de l'azote.*»

Un grand nombre d'officiers d'artillerie ont exprimé le désir de trouver dans la *Revue* un extrait, fait à leur point de vue spécial, de cette étude dans laquelle sont résumés les travaux dont la nitroglycérine et ses dérivés ont été l'objet, tant en France qu'à l'étranger, jusqu'en 1872; telle est l'origine de la Note qu'on va lire, et dans laquelle on a cru devoir faire précéder de quelques généralités sur les Dynamites le récit des expériences particulières à l'Artillerie. Les chapitres spéciaux sur la rupture des canons, le chargement des projectiles creux etc., ont d'ailleurs été complétés d'après les renseignements les plus récents.

On donne le nom de *dynamite* au mélange de la nitroglycérine avec un corps quelconque. La nature des substances additionnelles qu'on emploie exerçant une grande influence sur les propriétés des dynamites obtenues, on les divise en deux classes distinctes :

1° Dynamites à base inerte;

2° Dynamites à base active.

Les dynamites à base inerte sont celles où la nitroglycérine est mélangée avec du sable, du tripoli, de la cendre ou autres matières inertes; et les dynamites à base active, celles qu'on obtient en mélangeant la nitroglycérine avec la poudre de guerre ou de mine, le charbon, la pyroxyline ou toute autre substance qui, par elle-même, est déjà un explosif puissant.

Avant d'aborder l'étude des effets des diverses dynamites, il paraît nécessaire de rappeler succinctement les propriétés et la préparation de la nitroglycérine, qui en constitue le principe essentiel.

(1) Ce volu[illegible] de 400 pages, avec 115 figures. Le service du génie a bien voulu [illegible] certain nombre d'exemplaires aux bibliothèques de l'Artillerie.

NITROGLYCÉRINE.

Historique. — La nitroglycérine ([1]) fut découverte en 1847 par M. Sobrero, l'un des préparateurs de M. Pelouze. Les propriétés brisantes de cette substance furent bien vite reconnues par suite des nombreux accidents auxquels elle donna lieu. Il est à remarquer cependant que ce n'est pas pour ce motif qu'on n'a pas cherché immédiatement à l'employer dans la pratique, mais bien au contraire à cause de la difficulté que l'on éprouva à produire *intentionnellement* son explosion.

C'est en 1864 seulement que M. Nobel, ingénieur suédois, trouva, pour la faire détoner, un procédé à la fois simple et sûr, consistant dans l'action d'un fulminate détonant. Il découvrait en même temps un mode de préparation qui permettait à l'industrie de la produire en quantités suffisantes et sans trop de danger. C'est de cette époque que date l'emploi que l'on en fit bientôt, sur une très-vaste échelle, dans les mines de la Suède, de l'Allemagne et de l'Amérique du Nord, emploi tellement avantageux, d'ailleurs, qu'il persista malgré quelques accidents fort graves survenus pendant les manipulations et dans les transports.

Propriétés physiques. — La nitroglycérine pure est un liquide huileux, incolore, inodore, d'une densité de 1,60 ; elle est le plus souvent, dans le commerce, colorée en jaune très-clair. Elle est insoluble dans l'eau, et pour toutes les applications pratiques, elle peut être considérée comme insensible à l'humidité ; elle est soluble en toutes proportions dans l'éther, l'alcool méthylique, la benzine ; très-peu soluble à froid dans l'alcool, elle s'y dissout en grandes proportions à $+50^{\circ}$. Elle n'est que très-peu volatile, et jusqu'à 50°, c'est-à-dire aux températures ordi-

---

[1] La nitroglycérine est connue aussi sous les noms de : Glonoïne, huile de Nobel ou huile de mines.

naires, on peut la considérer, dans la pratique, comme absolument fixe. Soumise pendant un certain temps à une température inférieure à + 8°, elle se congèle en augmentant de volume; un froid de — 2°, suffisamment prolongé, la fait cristalliser.

Action de la chaleur. — Chauffée lentement, elle peut rester soumise pendant plusieurs jours à une température de 100° sans se décomposer; si l'on élève la température jusqu'à 193°, elle se décompose lentement et perd toutes ses propriétés explosives; chauffée brusquement à 180°, elle fait explosion; au contraire, mise en contact avec un corps incandescent ou enflammé, si elle s'enflamme, elle brûle tranquillement et sans fumée. Contenue dans une enveloppe non résistante et jetée dans le feu, elle brise son enveloppe au bout de quelque temps et brûle lentement; enfermée dans une enveloppe résistante et soumise pendant très-longtemps à une très-haute température, elle fait explosion.

Quand, par suite de l'échauffement trop prolongé d'un point de la masse, il s'est produit une légère décomposition, il suffit qu'une circonstance extérieure, telle qu'un chauffage direct ou un choc violent vienne produire une légère surélévation de température au point où a lieu ce commencement de décomposition, pour qu'il se fasse une explosion partielle qui peut, à son tour, entraîner celle de la masse entière.

C'est là qu'il faut chercher la cause de la plus grande partie des explosions accidentelles de nitroglycérine.

Action de l'électricité. — D'après M. Champion, l'électricité serait sans action sur elle. Des expériences de M. Abel, il paraît résulter, au contraire, que l'électricité agit comme la chaleur, en produisant, au bout d'un certain temps, une décomposition locale.

Action du choc. — En couche mince et soumise à un choc violent, elle fait explosion. Cependant cette explosion a lieu seulement au point frappé et ne se propage pas

dans les particules voisines. Cela résulte de ce que la combustion d'une petite partie n'élève que peu la température des parties voisines, la chaleur spécifique de la nitroglycérine étant assez considérable.

Elle est complétement insensible aux chocs et aux ébranlements qui peuvent se produire pendant les transports par suite de la chute des vases ou de la rencontre des voitures.

Placée au contact ou dans le voisinage immédiat d'un certain nombre de corps fulminants, elle détone toujours lorsqu'on produit l'explosion de ces corps. Les quantités de fulminate nécessaires sont variables avec la nature du fulminate, sa distance à la nitroglycérine et la nature du corps dans lequel le fulminate se trouve contenu.

La nitroglycérine gelée détone plus difficilement que celle qui est à l'état liquide, c'est ce qui explique pourquoi en Suède, où elle est gelée pendant une grande partie de l'année, il y a eu relativement moins d'accidents qu'ailleurs. Cela ne veut pas dire qu'on puisse négliger toute précaution : un accident regrettable arrivé, à Hirschberg et qui a coûté la vie à plusieurs personnes, est dû à ce qu'on employa une pioche pour diviser de la nitroglycérine gelée.

Propriétés physiologiques. — La nitroglycérine est un poison, mais elle n'est pas plus dangereuse, sous ce rapport, que beaucoup de substances que l'industrie emploie en grand, telles que le phosphore, le cyanure de potassium, le sublimé corrosif et tant d'autres. Aucun des moyens thérapeutiques employés jusqu'à présent pour traiter les empoisonnements qu'elle produit n'a donné de résultats suffisamment certains, et son contre-poison n'est pas encore bien connu.

En Suède, pour préserver le plus possible les ouvriers et empêcher le contact direct de la peau avec cette substance, on leur donne des gants de fourrure épais. Dans le génie autrichien, on leur donne des gants en caoutchouc,

et lorsque des symptômes d'empoisonnement se produisent, on les combat par l'emploi, à l'intérieur, d'un mélange d'acétate de morphine et de poudre de sucre blanc.

Préparation de la nitroglycérine. — La nitroglycérine résulte de l'action de l'acide azotique concentré sur la glycérine.

La réaction peut s'écrire ainsi :

$$\underbrace{C^6H^8O^6}_{\text{Glycérine}} + \underbrace{3\,AzO^5}_{\text{Acide azotique}} = C^6H^5O^6(AzO^4)^3 + 3\,HO$$

Comme il se produit de l'eau dans cette réaction, on ajoute de l'acide sulfurique concentré à l'acide azotique pour enlever, à mesure qu'elle se forme, l'eau qui diluerait ce dernier acide et empêcherait son action. — Quant à la glycérine, elle s'obtient comme résidu dans la saponification des graisses au moyen de la chaux ou de la vapeur d'eau surchauffée, dans la préparation des stéarines, et surtout dans leur extraction des suifs.

Comme fabrication industrielle, le meilleur procédé paraît être celui de M. Nobel; mais il est breveté et ne peut être décrit. M. le capitaine Fritsch indique la méthode employée jusqu'à présent dans les deux carrières de France où l'on a fait usage de la nitroglycérine, ainsi que le procédé industriel de M. Champion pour la fabrication en grand (1).

Applications de la nitroglycérine. — Une question qui intéresse au plus haut degré l'avenir pratique de la nitroglycérine, c'est de savoir si elle est spontanément décomposable. Il ne serait pas possible, en effet, d'appliquer aux

(1) La préparation industrielle de la nitroglycérine en Allemagne est exposée de la manière suivante dans le *Traité de chimie technologique et industrielle*, de Fr. Knapp : On emploie des cuves cylindriques, dans lesquelles on place un vase de même forme, en grès ou en tôle plombée, d'un diamètre plus petit, destiné à recevoir le mélange des acides. Le refroidissement s'obtient à l'aide de l'eau qui circule entre les deux cylindres et d'un serpentin de plomb à large surface, qui plonge dans les acides et qui est traversé par un courant d'eau rapide. Un thermomètre indique constamment la température du mélange, qui ne doit pas dépasser 25° à 30°. Un agitateur à palette en plomb permet, pendant tout le temps de l'opération, d'effectuer le mélange des acides avec la glycérine, qui arrive en filet continu par un tuyau.
On peut traiter ainsi 30 à 40 kil. de glycérine à la fois.

usages militaires les corps explosifs qui en dérivent, si des altérations profondes, pouvant devenir une source de dangers, devaient être la conséquence de son séjour plus ou moins long dans les magasins.

La nitroglycérine est de découverte encore trop récente pour que cette question puisse être résolue avec certitude; tout ce qu'on peut dire, c'est qu'on ne connaît pas de circonstance où son explosion ait été *certainement* le résultat d'une décomposition spontanée. D'un autre côté, on a remarqué que la nitroglycérine mal préparée et contenant des traces d'acide se décompose toujours, mais qu'à la température ordinaire cette décomposition est extrêmement lente, calme et successive. Le plus souvent elle commence par un dégagement de vapeurs nitreuses, et le liquide prend une teinte verdâtre. Après quelques mois, toute la masse est devenue gélatineuse.

Le dégagement de gaz n'est tumultueux que quand la décomposition se fait à une température élevée; il peut alors avoir pour conséquence la rupture du vase qui contient la nitroglycérine, dont l'explosion résulte à son tour de cette rupture.

Dans le cas où la nitroglycérine est préparée par le procédé Nobel, qui la donne à un état de pureté relative assez grande, et quand elle est suffisamment lavée, sa décomposition est assez lente pour ne donner lieu qu'à une perte de matière insignifiante. En tout cas, il est prudent de ne conserver et de ne transporter la nitroglycérine qu'en vases ouverts (1).

A la suite de la découverte, par M. Nobel, d'un moyen sûr de produire l'explosion de la nitroglycérine, l'emploi

(1) *Chimie technologique de Knapp.* — La décomposition de la nitroglycérine peut être représentée par l'équation suivante :

$$C^6H^2(AzO^6H)^3 = 6CO^2 + 5HO + 3Az + O.$$

On voit par là que la nitroglycérine jouit de la propriété exceptionnelle de renfermer plus d'oxygène qu'il n'est nécessaire pour en brûler complétement les éléments.

Sous le même poids, la nitroglycérine produit trois fois et demie autant de gaz que la poudre au nitrate de potasse, et sous le même volume, six fois autant.

de cette substance s'est rapidement vulgarisé. La Suède, la Belgique, la Suisse, l'Autriche, la Prusse, l'Amérique et la France (carrières de marbre de la vallée de la Vire, près de Saint-Lô, 1868; de la Zorn, près de Saverne, 1866) l'ont successivement employée, et partout on a constaté immédiatement un abaissement notable de dépense dans les extractions et une augmentation de vitesse dans la marche du travail. Malheureusement, ainsi qu'il arrive toujours, la confiance a bientôt amené des imprudences et partout des malheurs sont venus rappeler qu'on avait affaire à une substance des plus dangereuses.

En dehors des accidents qui auraient pu être évités par la mise en pratique des règles de la prudence la plus élémentaire, la plupart des explosions accidentelles de nitroglycérine ont pour cause première, dans l'opinion de M. Nobel, l'état de liquidité de ce corps qui fait qu'il coule par les moindres fentes des vases dans lesquels on le transporte, ou par les fissures des trous de mine qui le contiennent. On conçoit facilement que l'explosion d'une gouttelette soit difficile à éviter, et il peut suffire de cette explosion pour entraîner celle d'un vase voisin contenant de la nitroglycérine, surtout si ce vase est exposé à la chaleur solaire et si un commencement de décomposition tend déjà à s'y produire. Que quelques gouttes de nitroglycérine qui auront pénétré dans une fissure de la pierre restent sur un des blocs détachés, que ce bloc soit manié sans précaution, et l'on peut déterminer une explosion qui en entraînera d'autres.

Dès le principe, on avait reconnu que les tonneaux en bois ne sont pas assez étanches pour en permettre le transport, et l'on avait eu recours à des caisses cubiques en étain. Ces dernières même donnent des fuites quand elles ont servi pendant longtemps.

En résumé, et quels que soient les avantages que procure la nitroglycérine dans les applications industrielles, il y a trop de danger à l'employer pour qu'on puisse ad-

mettre son usage en grand. Il est clair aussi qu'il est impossible de songer à l'employer comme poudre de mine ou de rupture dans les cas ordinaires de la pratique militaire (1).

E. BOMBARD, *capitaine d'artillerie.*

(*A suivre.*)

---

(1) Aujourd'hui, la nitroglycérine est rarement employée, dans l'industrie, sous sa forme primitive. Elle ne sert plus guère qu'à la préparation de la dynamite qui n'en est qu'une simple transformation, à peu près exempte de dangers. La seule raison pour laquelle la nitroglycérine n'a pas été complétement remplacée par la dynamite, pour le sautage des roches, tient à ce que son prix de revient est inférieur, lorsqu'elle est préparée sur place, sans avoir besoin d'être purifiée complétement en raison de son emploi immédiat. Mais cet avantage ne paraît pas de nature à balancer les chances d'accidents auxquelles on s'expose. (*Chimie technolog. et ind. de Knapp.*

PROPOSITIONS

FAITES AU PARLEMENT ITALIEN POUR LA DÉFENSE DE LA FRONTIÈRE N. O. (juin 1873).

(RÉSUMÉ.)

La Commission nommée par le Parlement italien pour étudier les questions relatives à la défense de l'État, a déposé son rapport dans la séance du 6 juin dernier. Voici, en ce qui concerne la frontière de France, les propositions qui y sont formulées.

En général, dit le rapporteur, l'expérience et le raisonnement ont proscrit le système qui consiste à tenter de barrer la route à l'ennemi au moyen de nombreuses et grandes places dont l'entretien exige des dépenses considérables et dans lesquelles on dissémine d'une manière pernicieuse les forces actives de l'armée durant la guerre. Mais il n'en est plus de même lorsqu'un état possède pour frontière une grande chaîne de montagnes, à travers laquelle les points de passage sont limités et parfaitement déterminés. Il devient possible, dans ce cas, de constituer une bonne ligne de défense à peu de frais et sans sacrifier une grande quantité de troupes. Dès lors il ne semble pas raisonnable d'abandonner ces passages à l'ennemi pour aller l'attendre dans une position plus centrale.

C'est donc sur les Alpes mêmes que sera placée la première ligne de défense de l'Italie, et il a été décidé en principe que *tous les passages Alpins accessibles à l'artillerie seront gardés* de telle sorte qu'une colonne de quelque importance ne puisse entrer sur le territoire italien sans rencontrer une sérieuse résistance. Ces passages seront défendus soit par une petite forteresse, soit par un simple fortin permanent placé de manière à fermer en même temps les débouchés de deux ou plusieurs vallées. Quant aux défilés moins importants, ils seront protégés par de simples ouvrages en terre élevés au moment du besoin.

Les passages qui donnent accès de France en Italie sont les suivants :

1° La route qui suit le littoral de Vintimille à Savone, et certaines routes moins importantes qui viennent aboutir à cette voie principale : ce sont celles qui traversent les cols de Nava, de San Bernardo, de Callizano et d'Altare, et qui, de la partie de la Rivière comprise entre Vintimille et Savone, conduisent dans la vallée du Pô;

2° La route qui passe par Tende;

3° La route de la vallée de Stura;

4° La route de la vallée de la Vraita;

5° La route de la vallée de la Pellice;

6° La route de la vallée du Chisone;

7° La route qui débouche dans la vallée de la Doria-Riparia au-dessus de Suse;

8° La route du Mont-Cenis;

9° Les routes du petit et du grand Saint-Bernard.

Route de Vintimille à Savone. — La place de Vintimille sera conservée dans son état actuel, et l'on n'a pris ce parti que parce que cette place existe, car elle peut être tournée, la Roïa sur laquelle elle est située ayant sa source sur le territoire français. Les passages des Alpes maritimes seront barrés par quatre forts : le premier sur la route de la Corniche près Finale Borgo, sur la position de Caprazoppa; le second dans une position intermédiaire entre le précédent et Ceva, près le col de Melogno; le troisième au col de San Bernardo ; le quatrième au col de Nava. Les garnisons nécessaires en temps de guerre seraient de 1500 hommes pour Vintimille, et de 300 pour chacun des forts; la dépense nécessaire pour chaque fort a été évaluée à 500 000 francs.

Route de Tende. — Cette route, qui descend par le col de Tende dans la vallée de la Stura, sera occupée par un fort près de Tende. (Garnison : 300 hommes; dépense : 500 000 francs.)

Route de la Stura. — Cette route, passant par le col de

l'Argentière, fait communiquer les vallées de l'Ubaye et de la Durance avec celle de la Stura. Elle est défendue par le fort de Vinadio que l'on se contentera d'améliorer. Pour empêcher Vinadio d'être tourné par le col du Mulet qui est d'ailleurs impraticable à l'artillerie, ce col sera occupé par une caserne défensive. (Garnison : 450 hommes ; dépense : 600 000 francs.)

Routes de la Vraita et de la Pellice. — Il n'existe aucun passage carrossable dans les vallées de la Vraita et de la Pellice. D'après le principe admis de ne garder que les routes praticables à l'artillerie, il ne sera pas construit d'ouvrage défensif sur ces points.

Route du Chisone. — Ce passage, qui traverse les Alpes cottiennes au Mont-Genèvre et au col de Sestrières, est tout entier praticable aux voitures : c'est le plus ancien de la chaîne ; il est gardé par la forteresse de Fenestrelle qui ne répond peut-être pas à toutes les exigences de l'art moderne de la défense, mais qui paraît suffisante pour barrer la vallée. (Garnison : 900 hommes.)

Route de la Doria Riparia par Exilles. — De la route précédente se détache un chemin qui, par Césanne et Oulx, donne accès dans la vallée de la Doria Riparia au-dessus de Suse : ce chemin est tout entier carrossable ; le fort d'Exilles qui le barre a beaucoup perdu de sa valeur par l'adoption de l'artillerie rayée ; aussi, pour mieux battre la route, a-t-on jugé à propos d'occuper la position de Serre-la-Garde par une puissante batterie. (Dépense : 450 000 francs ; garnison : 450 hommes.)

Route du Mont-Cenis. — Cette voie excellente, qui met en rapport les vallées de la Doria Riparia et de l'Arc, est celle qui a donné lieu aux plus nombreuses discussions dans la Commission de défense. Elle mène au cœur même du Piémont, et la voie ferrée qui la longe est la moins excentrique de celles qui peuvent servir à l'envahisseur. Il faut rendre à ce passage la protection qu'il a perdue par suite de la cession du fort de Lesseillon à la France. Plusieurs

propositions ont été faites pour le mettre en état de défense. On a songé à établir un système d'ouvrages, soit au-dessous de Suse, à San-Jorio, où la vallée se rétrécit, soit à Suse même, où la route et le chemin de fer se rapprochent le plus, soit enfin au-dessus de Suse, au point où le chemin de mulets de la Cenischia quitte la grande route du Mont-Cenis. Mais chacun de ces projets a présenté des inconvénients soit au point de vue militaire, soit au point de vue de la difficulté des approvisionnements et des communications, soit enfin au point de vue de la défense; en conséquence, il a été décidé que la question serait étudiée de nouveau par le Ministre de la guerre à la disposition duquel un crédit de 3000000 francs doit être mis pour fortifier ce point important.

Routes du petit et du grand Saint-Bernard. — Ces passages, qui donnent accès, l'un de la vallée de l'Isère, l'autre de celle du haut Rhône (en Suisse) dans la vallée de la Doria Baltea, ne sont pas entièrement carrossables. Toutefois, celui du grand Saint-Bernard peut le devenir à peu de frais, et ces chemins sont ceux que l'ennemi a toujours choisis de préférence pour descendre en Piémont : aussi a-t-on reconnu, dès le moyen âge, la nécessité de barrer la vallée d'Aoste, en fortifiant l'excellente position de Bard. Le fort de Bard a été tourné, il est vrai, en 1800; mais l'utilité en est tellement démontrée, que, dès qu'il fut rendu au Piémont après avoir été démantelé par les Français, Charles-Félix et Charles-Albert le rétablirent dans des proportions plus larges et dans de meilleures conditions défensives. (Garnison : 300 hommes.)

Les passages qui suivent ceux du petit et du grand Saint-Bernard appartiennent à la frontière suisse; il avait été question, dans le plan complet de défense, de les protéger suivant un système analogue à celui qui a été adopté pour les Alpes françaises; mais la considération de dépense a amené la Commission parlementaire à compter sur la neutralité de ce pays.

En résumé, le système proposé pour défendre la frontière de terre de l'Italie du côté de la France consiste dans l'emploi de petites places ou de fortins barrant les passages accessibles à l'artillerie. La dépense totale ne dépasserait pas 6 500 000 francs, et l'on n'immobiliserait pas plus de 6 000 hommes pour les garnisons.

La Commission répète en terminant qu'elle n'a qu'un seul but : *arrêter pendant quelque temps l'envahisseur, l'obliger à déployer ses forces et lui faire perdre un temps précieux qui sera gagné pour le défenseur.*

E. Demimuid, *capitaine d'artillerie.*

NOTE

SUR L'INCLINAISON INITIALE A DONNER AUX RAYURES PARABOLIQUES.

La *Revue d'artillerie*, dans son numéro du mois de juin, publie la traduction d'un travail du capitaine anglais Noble, « *sur la pression nécessaire pour donner le mouvement de rotation aux projectiles des canons rayés.* » L'auteur, après avoir établi par le calcul la relation connue qui existe à chaque instant entre la pression sur les ailettes et la pression sur le culot du projectile, en fait l'application au canon de 10 pouces anglais. Il examine : 1° le cas de rayures héliçoïdales à pas constant; 2° le cas de rayures paraboliques ayant même inclinaison terminale. Il montre que, dans le premier cas, la pression maximum exprimée en tonnes est 68,5, dans le second cas, 36,3. Il en conclut que la substitution de la rayure parabolique réduit d'environ moitié la pression maximum exercée sur les ailettes.

La conclusion est exacte pour le canon en question. Mais on aurait tort de l'étendre à tous les canons à rayure parabolique, et en particulier aux canons de la marine française, où le sommet de la parabole génératrice coïn-

cide avec l'origine des rayures. Les Anglais sont arrivés à diminuer le maximum de pression dans leurs canons de 10 pouces et de 12 pouces, en reculant le sommet de la parabole au delà de l'origine des rayures. Il en résulte pour la parabole un paramètre beaucoup plus considérable pour une même inclinaison terminale des rayures; et c'est à cette circonstance qu'on doit attribuer l'uniformité de pression sur les ailettes obtenue dans le trajet intérieur du projectile.

Il suffit, pour s'en assurer, d'appliquer la formule (15) donnée par l'auteur, au cas où le sommet de la parabole coïncide avec l'origine.

Dans ce cas on a : $K = 250,5$; pour un déplacement du projectile de $9^p,833$, la pression donnée par la rayure parabolique devient $52^t,4$.

La même formule démontre que si, sans changer l'inclinaison terminale, on diminuait encore le paramètre de la parabole, en réduisant la longueur de la partie rayée aux quantités $8^p,944$ — $8^p,055$ — $7,^p167$, les pressions extrêmes deviendraient $58^t,5$ — 63^t — $68^t,1$.

Par suite l'avantage attribué à la rayure parabolique serait nul ou insignifiant.

La conclusion est que, pour obtenir, dans les canons de la marine française, l'uniformité de pression sur les ailettes au moyen de la rayure parabolique, il faut augmenter le paramètre de la parabole, et pour cela donner dès l'origine, aux rayures, une certaine inclinaison moindre que l'inclinaison finale et qui pourra en être environ la moitié dans les canons qui se rapprochent du canon de 10 pouces anglais.

C. Astier, *chef d'escadron d'artillerie*,

Professeur du cours d'artillerie à l'École d'application de l'artillerie et du génie à Fontainebleau.

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Mise en service du tube à tir dans les régiments d'artillerie. — Le Ministre de la guerre a décidé, le 24 mai dernier, que l'usage du tube à tir serait introduit dans les régiments d'artillerie ; il sera attribué à chaque régiment deux jeux de tubes, le nombre des cartouches allouées à chaque homme, par année, pour le tir dans les chambres étant fixé à 100.

Le pavillon Krupp à l'exposition de Vienne. — Les produits envoyés par l'usine Krupp ont été réunis dans un pavillon séparé. Outre le matériel d'artillerie qui en occupe la plus grande partie, on y trouve divers éléments de machines en acier fondu ou en acier Bessemer, tels que essieux et ressorts de wagons et de locomotives, bandages de roues, rails, etc., etc.

On est frappé, à l'entrée, par la vue d'un énorme bloc d'acier fondu, qui ne pèse pas moins de 52 500 kil. Les creusets employés à la production de l'acier ne contenant que 30 kil. de matières, il en a fallu 1 800 pour obtenir cette masse de métal. Primitivement cylindrique, le bloc a été forgé sous le marteau pilon de 50 000 kil. que possède l'usine et transformé en un prisme octogonal. Il est destiné à la fabrication d'un canon de 37^{c}.

Le nombre total des canons exposés par M. Krupp est de 13; on y voit toute la série des calibres que fabrique l'usine, depuis le canon de montagne de 6^{c} jusqu'au canon de 30^{c} $^{1}/_{2}$, et dont la plupart sont en service en Prusse. Toutes ces pièces sont montées sur affût; on a disposé près de chacune d'elles les divers projectiles dont elle fait usage. On a en outre placé, sur deux tables séparées, d'un côté des projectiles sciés suivant leur axe pour montrer la disposition du vide intérieur, de l'autre les fusées entières et auprès d'elles les divers éléments dont elles se composent. Enfin, des modèles en bois représentent les différentes dispositions des charges de poudre prismatique.

Toutes ces pièces ont la fermeture à coin cylindro-prismatique, à l'exception du canon de montagne qui est à coin prismatique simple; les projectiles exposés sont tous à manchon de plomb soudé.

1° *Canon de* 30^{c} $^{1}/_{2}$, *sur affût de côte.* — Le poids de ce canon est de 36 600 kil.; c'est le plus gros de ceux qui sont exposés dans le pavillon, et il n'a de rival à l'exposition que dans la section russe qui possède une pièce du même calibre mais d'un poids plus élevé (40 491 kil.). La longueur totale du canon Krupp est de 6^{m},70, celle de l'âme de 5^{m},77; les rayures, au nombre de 72, sont parallèles et au pas de 21^{m},79. Les projectiles comprennent un obus en acier de 296 kil. et un obus allongé, en fonte, de 257 kil. Les charges de tir sont de 60 kil. pour le premier, et de 50 kil. pour le second; les vitesses initiales sont respectivement de 465 mètres et de 460 mètres. Une bouche à feu de ce modèle a subi déjà des épreuves de résistance au mois de février 1873, en présence d'une commission d'officiers d'artillerie prussiens et autrichiens (1).

2° *Obusier de* 28^{c} *sur affût de côte.* — Cette pièce est destinée au tir vertical contre le pont des navires cuirassés. Longueur totale, 3^{m},20; longueur de l'âme, 2^{m},52; poids (avec la fermeture), 10 000 kil.; 72 rayures parallèles au pas de 11^{m},2. Poids du projectile, 199 kil.; charge de tir, 20 kil.

3° *Canon de* 26^{c} *sur affût marin.* — Il est destiné à l'armement des navires. Longueur totale, 5^{m},20; longueur de l'âme, 4^{m},42; poids, 18 000 kil.; 64 rayures au pas de 18^{m},2. Projectiles : obus en acier de 184 kil., charge de tir, 37^{k},5; obus en fonte de 159 kil., charge de tir, 30 kil. Vitesse initiale, 450 mètres.

4° *Canon de* 24^{c}, *long, sur affût marin.* — Longueur totale, 5^{m},23; longueur de l'âme, 4^{m},511; poids, 15 500 kil.; 32 rayures cunéiformes au pas de 16^{m},48. Obus en acier de 135 kil.; charge de tir, 24 kil.; vitesse initiale, 430

(1) Voir *Revue d'artillerie*, tome II, mai 1873, page 171.

mètres. Obus en fonte de 118 kil., charge, 20 kil. Vitesse initiale, 424 mètres.

5° *Canon de* 21^{c}, *long, sur affût de côte.* — Longueur totale, 4^{m},708; longueur de l'âme, 4^{m},106; poids, 10000 kil.; 30 rayures cunéiformes au pas de 14^{m},23. Obus en acier de 95 kil.; charge de tir, 17 kil. Obus en fonte de 79 kil., charge, 14 kil. Vitesse initiale, 430 mètres.

6° *Canon de* 21^{c} *de siége, sur affût à grand châssis.* — Cette bouche à feu a été récemment adoptée par la Prusse et fera partie des équipages de siége. Longueur totale, 3^{m},400; longueur de l'âme, 2^{m},910; poids, 3 900 kil.; 30 rayures cunéiformes au pas de 12^{m},36. Même obus en fonte que pour la pièce précédente; charge, 6^{k},5. Vitesse initiale, 300 mètres.

7° *Canon de* 17^{c}, *long, sur affût marin.* — Longueur totale, 4^{m},250; longueur de l'âme, 3^{m},780; poids, 5 600 kil.; 48 rayures parallèles au pas de 11^{m},2. Obus en acier de 55 kil.; charge de tir, 12 kil.; vitesse initiale, 460 mètres. Obus allongé, en fonte, de 45 kil.; charge, 10 kil.; vitesse initiale, 465 mètres.

8° *Canon de* 15^{c} *de siége, sur affût à roues.* — Longueur totale, 3^{m},440; longueur de l'âme, 3^{m},040; poids, 3 000 kil.; 36 rayures cunéiformes au pas de 9^{m},70. Obus en fonte de 28 kil.; charge de tir 6 kil.; vitesse initiale, 470 mètres. L'affût est entièrement métallique et muni d'un frein hydraulique.

9° *Canon de* 15^{c}, *long, sur affût marin.* — Longueur totale, 3^{m},85; longueur de l'âme, 3^{m},43; poids, 4 000 kil.; 48 rayures parallèles au pas de 9^{m},70. Obus en acier de 35 kil., charge, 8 kil.; vitesse initiale, 460 mètres. Même obus en fonte que pour le canon précédent; charge, 6^{k},5; vitesse initiale, 465 mètres.

10° *Canon de* 12^{c}, *sur affût marin.* — Longueur totale, 25; longueur de l'âme, 2^{m},602; poids total, 1400 kil.; ıyures cunéiformes au pas de 8^{m},42. Obus en acier 7^{k},5; obus de 15^{k},5; les charges correspondantes

sont de $3^{k},5$ et de 3 kil. de poudre à gros grains, et la vitesse initiale de 450 mètres.

11° et 12° *Canons de* 8^{c} *et de* 9^{c}, *avec leurs affûts.* — Leurs dimensions intérieures sont les mêmes que celles des canons prussiens, mais leur fermeture est à coin cylindro-prismatique. Les affûts sont en tôle.

13° *Canon de* 6^{c} *de montagne, avec son affût.* — Longueur totale, $1^{m},25$; longueur de l'âme, $1^{m},13$; poids, 107 kil. (dont 10 kil. pour la fermeture); 18 rayures parallèles au pas de $2^{m},10$. Poids de l'obus chargé, $2^{k},30$; charge de tir, 200 grammes; vitesse initiale, 300 mètres. L'affût est en tôle et muni d'un frein à friction.

Cette pièce est, dit-on, destinée au Chili.

V. MANCERON, *capitaine d'artillerie.*

NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES.

Considérations sur le système défensif de Paris. (*Publication de la Réunion des officiers*). — Paris, Tanera.

Dans une première étude [1], l'auteur a indiqué la conduite que les Français devraient suivre, si, dans une nouvelle guerre contre l'Allemagne, ils venaient à éprouver des revers sérieux sur la frontière de l'Est: l'armée qui n'aurait pas réussi à défendre les Vosges se replierait, pour se réorganiser, dans les massifs montagneux de la Côte-d'Or et du Morvan; deux armées nouvelles seraient en même temps constituées au moyen des troupes qui n'auraient pas pu entrer en ligne d'assez bonne heure. La première, après s'être concentrée entre Nevers et Gien, marcherait vers Dijon en s'appuyant sur le corps en formation à Autun; la seconde occuperait la ligne de Melun-Moret-Montereau, pour opérer de concert avec les armées du Sud-Est. Mais elle devrait, avant tout, couvrir Paris; tâche d'une importance extrême, qu'elle ne pourrait remplir que si des dispositions défensives ont été ménagées

[1] *Considérations sur le système défensif de la France.*

le long de la Seine pour assurer les communications entre Villeneuve-Saint-Georges, fort avancé de la capitale vers le sud, et le camp retranché de Moret-Montereau. Si l'on a en outre établi une tête de pont au confluent de l'Oise et de la Seine, l'armée de secours pourrait non-seulement s'opposer à l'investissement de Paris, mais elle aurait encore la faculté de déboucher de Pontoise, pour agir au Nord-Est, dans la direction d'Amiens, ou de se porter vers Soissons en utilisant les lignes ferrées de Saint-Denis-Creil et Paris-Soissons. Enfin, elle pourrait encore, en partant de Melun, se diriger au Nord, ou au Nord-Est, vers Châlons.

Après avoir exposé ces combinaisons, l'auteur indique les voies ferrées qu'il est nécessaire d'organiser pour en assurer le succès : Fontainebleau devrait être relié par deux lignes à l'embouchure de l'Oise; de plus, les communications entre les divers points du camp retranché de Paris seraient assurées par l'exécution du chemin de fer de grande ceinture projeté depuis plus d'un an.

Si, après plusieurs combats favorables, l'ennemi, disposant de forces supérieures, parvenait à franchir le fleuve entre Juvisy et Melun, ou si, prenant à revers la ligne de la Seine, il cherchait à envelopper la position de Montereau, l'armée, abandonnant à leurs garnisons territoriales le camp retranché de Montereau, la tête de pont de Melun et le fort de Juvisy, se retirerait sur Paris. Après et malgré les revers qui l'auraient obligée à ce mouvement de retraite, elle pourrait encore contribuer efficacement à la délivrance du pays. Sans vouloir tenter une trouée, opération qui, l'amenant dans une zone dépourvue de ressources et l'éloignant de la capitale, base et objectif naturel de ses opérations, serait très-périlleuse, elle recommencerait à agir aussitôt que l'ennemi se serait étendu autour de la place. Immobilisant devant elle des forces bien supérieures à son effectif, et profitant des avantages de sa position pour livrer aux assiégeants des combats multipliés, elle donnerait aux armées de province

reconstituées pendant ce temps la possibilité de tenir de nouveau la campagne et de marcher sur les communications de l'armée d'invasion.

L'organisation du système défensif de Paris devra donc permettre aux troupes assiégées d'aborder l'ennemi en plusieurs points de la vaste circonférence qu'il occupe : des forts jetés hardiment au delà des bois et des ravins, principalement le long de la Seine et de la Marne, et reliés par un système complet de communications intérieures, leur ménageront des champs de bataille avantageux, sur lesquels elles pourront se concentrer, avant que leur adversaire ait lui-même réuni ses forces. Le tracé présenté par l'auteur comprend un assez grand nombre d'ouvrages d'une importance inégale, qui, bien que répartis tout autour de Paris, forment deux groupes principaux. A l'Est et au Sud-Est, les ouvrages de la Marne, les forts de Torcy, de Servon et de Villeneuve-Saint-Georges, rendent l'investissement difficile en gênant les communications des corps ennemis entre eux, et les batteries placées sur les hauteurs importantes de Vaujours et de Carnetin assurent à l'armée française la possession des plaines qui s'étendent au Nord-Est de Paris. La tête de pont de Pontoise, reliée à Saint-Denis par le fort de Garges, et les ouvrages de la forêt de Montmorency forment un second camp retranché qui augmente encore les difficultés de l'investissement et donne aux assiégés le moyen de conserver pendant longtemps leurs communications avec le Nord et le Nord-Ouest.

Il n'est pas possible de décrire complétement ici le système proposé par l'auteur pour la défense de Paris; on pourra, pour plus de détails, se reporter au Mémoire lui-même dont la lecture présente un grand intérêt. On y trouvera d'ailleurs, en ce qui concerne l'artillerie, des renseignements utiles sur l'armement des ouvrages projetés et sur le personnel nécessaire à leur défense.

Essai sur le mouvement des projectiles oblongs, par M. Astier, chef d'escadron d'artillerie, professeur à l'école d'application. — (Paris, Berger-Levrault.)

Quelques considérations empruntées à la cinématique précèdent les recherches balistiques et en facilitent l'exposition : l'auteur étudie en particulier le mouvement relatif de deux points dont l'un se déplace sur une droite avec une vitesse déterminée, pendant que l'autre tourne autour du premier avec une certaine vitesse angulaire. Il expose ensuite les propriétés caractéristiques du mouvement que prend un corps de révolution animé d'une rotation rapide autour de son axe de figure et sollicité par une force constante qui rencontre ce même axe en un point donné. Faisant application des résultats ainsi obtenus, il montre que l'axe de figure d'un projectile oblong (s'il coïncidait au début avec la direction du mouvement) reste constamment du même côté du plan vertical passant par la tangente à la trajectoire du centre de gravité, et qu'il décrit une suite de spires coniques de plus en plus allongées, dont le centre moyen s'éloigne constamment de la tangente dans le sens horizontal comme dans le sens vertical. Ce mouvement conique de l'axe de figure donne naissance à une force latérale qui fait dévier le centre de gravité d'un côté déterminé du plan de tir : cet écart (*la dérivation*) nuit à la simplicité du pointage des bouches à feu et à leur justesse, il est donc nécessaire de le restreindre le plus possible. On y arrive, suivant l'auteur : 1° en augmentant la vitesse initiale et le rapport du poids du projectile au calibre ; 2° en diminuant le moment d'inertie autour de l'axe de figure et en augmentant la distance du centre de résistance au centre de gravité.

Dans cette étude, M. le commandant Astier n'a fait usage que de simples considérations géométriques, faciles à saisir [1].

[1] On trouvera, d'ailleurs, une étude analytique du mouvement des projectiles oblongs dans le 1er volume du *Traité de Mécanique générale* que vient de publier M. Resal, ingénieur des Mines, adjoint au Comité d'artillerie pour les études scientifiques.

Le gérant : CH. NORBERG.

DESCRIPTION DES PRINCIPALES ARTILLERIES ÉTRANGÈRES

ARTILLERIE ITALIENNE

III. Équipages de pont. — Équipage modèle 1860, équipage modèle Birago, matériel du Pô. — Données numériques. — IV. Munitions. — Poudre, projectiles, fusées. — V. Effets du tir. — Tension, justesse, vitesses restantes, effets d'éclatement et de pénétration.

III. ÉQUIPAGES DE PONT.

Équipage modèle 1860. — Le matériel modèle 1860 constitue les équipages réglementaires de corps d'armée et d'armée : le corps de soutien ordinaire est le bateau, et, comme support accessoire, on emploie le chevalet.

Le bateau (pl. XI, fig. 1) est en bois, avec une poupe de forme carrée, perpendiculaire au fond et munie de pitons d'assemblage ; c'est un véritable demi-bateau, forme peu avantageuse pour la navigation et les manœuvres de pontage. Chaque plat-bord porte 12 taquets en bois, cloués, qui servent soit à ponter, soit à recevoir des tolets maintenus au moyen de ficelles. Les demi-bateaux ne s'accouplent que pour le transport des hommes et du matériel, ou, dans quelques cas exceptionnels, lorsqu'on veut construire des ponts d'une grande résistance. On expérimente actuellement des bateaux en tôle, dont les dimensions sont les mêmes ; afin d'éviter l'oxydation, la tôle, d'abord zinguée, reçoit ensuite une couche de peinture.

Vers les rives, quand l'eau n'est pas trop profonde, les dernières travées se font au moyen de *chevalets modèle 1860;* chacun d'eux se compose d'un chapeau, de deux pieds, de deux semelles et de deux chaînes de suspension. (Pl. XI,

fig. 2.) On emploie des pieds de deux longueurs différentes, suivant la profondeur d'eau, et le chapeau porte six paires d'étriers à pitons en fer, destinés à recevoir les *poutrelles* et à les fixer. Celles-ci ont, pour cette raison, leurs extrémités frettées et percées de trois trous dont les deux extrêmes, destinés à coiffer les pitons, sont garnis de rosettes. (Pl. XI, fig. 3.) Pour réunir au contraire les poutrelles aux bateaux, on se sert d'un engin intermédiaire, dit *traverse de bateau*, portant deux pitons vers son milieu, et à chaque bout deux taquets destinés à embrasser le plat-bord. (Pl. XI, fig. 4.) Les poutrelles s'assemblent bout à bout, au milieu du bateau, par leurs trous extrêmes et les pitons de la traverse, pour les ponts par bateaux successifs, ou au contraire extérieurement au bateau, les deux autres trous d'une même poutrelle engagés sur les pitons, pour les ponts par portières. (Pl. XI, fig. 8.) La culée se fait avec deux *corps-morts*, l'un pourvu de pitons, placé sous la tête des poutrelles; l'autre, sans pitons, servant à contrebuter le tablier.

Le transport du matériel s'effectue au moyen de trois *haquets* différents.

Matériel modèle Birago. — L'équipage modèle Birago admet le chevalet comme corps de soutien ordinaire; le bateau ne sert que par exception : ce matériel est destiné surtout au passage de rivières peu profondes. Le *chevalet* est analogue au précédent, mais le chapeaun'a pas de pitons; les pieds peuvent être de quatre longueurs différentes, et, avec les deux plus longs, on met quatre pieds au chevalet, deux dans chaque mortaise du chapeau. (Pl. XI, fig. 5.) Avec le plus court, la place du second pied dans la mortaise est occupée par un tasseau mobile. (Pl. XI, fig. 6.)

Le *bateau* est composé de deux parties séparables : l'avant ou proue, et l'arrière, de forme prismatique. On peut d'ailleurs allonger le bateau ordinaire en y ajoutant un ou plusieurs éléments, de manière à avoir des corps de support plus considérables.

Le pontage se fait au moyen de *poutrelles à griffes* de trois longueurs différentes : les *longues* servant pour les travées de chevalet, les *moyennes* pour la travée de culée, et les *courtes*, combinées avec les moyennes, pour relier les poutrelles longues aux bateaux. (Pl. XI, fig. 7.) Dans ce dernier cas, on dispose deux poutrelles courtes sur le plat-bord, et, suivant l'axe du bateau, une poutrelle moyenne à plat sur les premières; elle est maintenue par les taquets des poutrelles courtes et par une pièce d'appui avec fourche en fer placée sur la séparation du bateau.

Le matériel se transporte sur deux haquets.

Matériel du Pô. — Pour construire sur le Pô des ponts capables de donner passage aux voitures plus lourdes qui suivent à distance les colonnes d'une armée, on a créé un matériel spécial très-solide, qui se transporte seulement par eau, remorqué à l'aide de vapeurs à roues. Le bateau est du modèle français, mais de dimensions plus grandes ; le pontage se fait au moyen de poutrelles à griffes et de deux couches de madriers, la première étant clouée sur les poutrelles ; au moment du besoin, on fixe un parapet léger sur les côtés du pont. On construit sur place des chevalets avec des bois dégrossis pour les dernières travées, quand l'eau n'est pas trop profonde.

Données relatives aux Équipages de pont.

1° *Bateaux.*

BATEAUX.	LONGUEUR.	LARGEUR.	HAUTEUR à la poupe.	HAUTEUR à la pointe de la proue.	POIDS.	CHARGE MAXIMA (1)
	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	kil.	kil.
Bateau modèle 1860	7,50	1,76	0,86	0,90	540	9 500
Bateau modèle Birago	7,90	»	»	»	710(2)	8 600
Bateau du Pô	15,00	3,50	0,88	»	2000	24 000

(1) Charge sous laquelle le bateau commence à couler bas : on ne doit pas faire porter au bateau une charge supérieure aux 2/3 de cette limite.

(2) Dont 380 kil. pour l'avant et 330 kil. pour l'arrière.

2° *Chevalets, poutrelles et madriers.*

MODÈLES.	CHEVALET. Longueur du chapeau.	CHEVALET. Longueur des pieds.	POUTRELLES. Longueur.	MADRIER. Longueur.	MADRIER. Largeur.	1/2 MADRIER. Longueur.	1/2 MADRIER. Largeur.
	m.	m.	m.	m.	cent.	m.	cent.
Matériel modèle 1860.....	5m environ	2,50 4,00	7,0	3 environ	33,33	3 environ	12
Matériel modèle Birago ..	5m environ	2,50 4,00 5,00 6,00	7,0 4,0 2,0	3,24	29	3,24	11,5
Matériel du Pô	»	»	8,50(1)	»	»	»	»

(1) Poids : 90 à 110 kil.

3° *Haquets.*

ÉLÉMENTS DIVERS.		HAQUET MODÈLE 1860 pour bateau et poutrelles.	HAQUET MODÈLE 1860 pour bateau et tablier.	HAQUET MODÈLE 1860 POUR CHEVALET et tablier. disposé pr chevalet.	HAQUET MODÈLE 1860 POUR CHEVALET et tablier. disposé pour tablier	HAQUET mle Birago pour bateau et poutrelles.	HAQUET mle Birago pour chevalet.
Voie de la voiture (1).....		1m,52	1m,52	1m,52	1m,52	1m,52	1m,52
Poids de la voiture	vide.....	720k	760k	930k	780k	745k	765k
	avec chargemt réglementaire	2250	2380	2150	2100	1780(2) 1770(3)	1760

(1) Tous les haquets ont un tournant illimité et sont attelés à quatre chevaux. — (2) Avec arrière prismatique. — (3) Avec avant-bec.

IV. MUNITIONS.

Poudre. — L'armée italienne a actuellement en service trois types de poudre différents : la poudre à fusil, la poudre à canon, la poudre en dés. La première est employée pour les armes portatives; la seconde pour toute l'artillerie réglementaire et le chargement des projectiles creux ; la dernière est destinée aux bouches à feu de gros calibre se chargeant par la culasse; on doit aussi s'en servir pour le tir du canon de 16c G. R. C.

Les poudres sont fabriquées par la méthode des *tonnés*

et des *presses*. Le dosage est le même pour les trois types et se fait dans la proportion de 75 p. 0/0 de salpêtre, 15 de charbon et 10 de soufre. Les poudres à fusil et à canon ne diffèrent entre elles que par *le grenage;* les grains, de forme lamellaire, subissent un lissage assez fort.

POUDRES.	DENSITÉ GRAVIMÉTRIQUE (Poudre non tassée)		DENSITÉ des grains		Densité gravimétrique moyenne. Poudre tassée.	GROSSEUR des grains.		NOMBRE de grains par gramme	
	maxima.	minima.	max.	min.		max.	min.	max.	min.
						mm	mm		
Poudre à canon.....	0,890	0,850	1,74	1,66	1,010	1,5	0,7	950	900
Poudre à fusil.....	0,860	0,820	1,67	1,61	0,976	0,7	0,4	5000	4500

La densité des grains est mesurée au densimètre *Mallet*. Pour l'épreuve balistique, on exige que, dans le fusil de $17^{mm},5$, la charge de 5 grammes de poudre à fusil donne à la balle sphérique une vitesse de 260 à 290 mètres, et que, dans le canon de 12^{c} G. L., la charge de 2 kil. donne au boulet sphérique une vitesse de 510 à 530 mètres.

Ces poudres doivent, seules, être employées respectivement à la confection des charges pour l'artillerie rayée se chargeant par la culasse et à celle des cartouches métalliques pour les armes portatives modèle 1870, se chargeant également par la culasse : cette décision date du 23 février 1873. Les poudres de fabrication antérieure à cette date ont l'ancien dosage de 75 de salpêtre, 12,5 de charbon et 12,5 de soufre, avec les mêmes densités et le même grenage que ci-dessus. Elles seront utilisées pour l'artillerie et les armes portatives se chargeant par la bouche.

La poudre *en dés* est formée de grains à peu près parallélipipédiques, dont les arêtes et les angles sont arrondis par le lissage : la longueur des arêtes est de 9 à 11^{mm}, et le nombre moyen des grains est de 500 par kil., avec une tolérance de 15 grains en plus ou en moins. La densité des grains varie de 1,78 à 1,80, et la densité gravimétrique de 1,18 à 1,25. A l'épreuve, la poudre doit imprimer à l'obus oblong de 24^{c} une vitesse de 395 à 415 mètres; la

pression au fond de l'âme, mesurée au moyen de l'appareil Rodman, restant comprise entre 1 500 et 1 700 atmosphères. Le nouveau dosage, adopté déjà par l'Angleterre, semble donner un encrassement moindre que celui des anciennes poudres.

Projectiles. — L'artillerie réglementaire se chargeant par la bouche emploie des obus oblongs à ailettes de 8c (pl. XI, fig. 9), 9c (fig. 10), 11c, 16c, 22c léger, (fig. 11), 22c lourd (fig. 12); les shrapnels correspondants sont encore à l'étude. Tous ces projectiles affectent la forme générale des obus français; cependant, pour les calibres de 8c et 9c, ils ont l'ogive plus surbaissée et les parois plus minces, ce qui leur donne des formes analogues à celles des premiers obus à balles adoptés en France; l'obus de 22c léger a également des parois minces, avec une épaisseur de métal relativement plus forte vers la pointe. Tous les obus sont munis de 12 ailettes en zinc.

Le canon de 16c G. R. C. lance aussi un *boulet massif* (pl. XI, fig. 13) en acier forgé et légèrement trempé, à pointe aiguë; il provient de la transformation, à la forge et au tour, du boulet massif à tête plate modèle 1865, tracé en pointillé sur la figure. Il existe un projectile du même genre pour le canon de 22c A. R.; son poids est de 120 kil. Enfin, il y a, pour le canon de 16c à 2 rayures, un obus spécial (pl. XI, fig. 14), pourvu de 2 longues ailettes venues de fonte et de 4 guides également venus de fonte et destinés à diminuer les battements.

L'artillerie se chargeant par la culasse (1) emploie des obus à chemise de plomb mince et soudée; l'obus ordinaire de 7c et l'obus perforant de 24c sont seuls adoptés : le shrapnel de 7c et l'obus ordinaire de 24c sont encore en expérience.

L'obus de 7c (pl. XI, fig. 15) est à fragmentation sys-

(1) Bien que les canons de 7c et de 24c n'aient point été décrits faute de renseignements suffisants, on donne ici leurs munitions pour lesquelles les détails nécessaires ont pu être obtenus : les bouches à feu et leur matériel feront l'objet d'un article complémentaire.

tématique et l'œil est disposé pour recevoir la fusée percutante prussienne. Le shrapnel en expérience est plus court et à parois plus minces; il renferme environ 100 balles de 16 grammes en alliage de plomb et d'antimoine, reliées par du soufre, et une charge explosive de 10 grammes dans un tube en laiton placé suivant l'axe de l'obus : chargé et muni de sa fusée, il pèserait 4 kil.

L'obus perforant de 24c est en fonte durcie; il ne reçoit pas de fusée, la chaleur développée par son passage à travers les plaques de blindage suffisant pour enflammer la charge d'éclatement. Le culot est percé d'un trou de chargement fermé par un bouchon d'acier vissé (pl. XI, fig. 18); il porte deux pitons dans lesquels passe une anse en fer qui sert à manœuvrer le projectile. Primitivement, l'obus était coulé sur une âme intérieure en fonte mince, que traversait un courant d'eau ou d'air froid, au moment de la coulée; ce procédé est maintenant abandonné; les obus sont fondus d'un seul jet.

Les seuls projectiles sphériques actuellement réglementaires sont les obus de 22c et 15c, et la grenade à main. Pour le tir, les obus sont reliés à des valets en corde. (Pl. XI, fig. 19.)

Les données relatives à ces projectiles sont les suivantes :

ÉLÉMENTS DIVERS.	OBUS SPHÉRIQUES		GRENADE à main de 8c.
	de 22c.	de 15c.	
Calibre.....mil	219,9	148,3	81,0
Poids de l'obus vide.... kil	24,49	7,80	1,60
Charge intérieure ..... kil	1,100	0,350	0,110

Les données principales sur les obus oblongs en service sont contenues dans le tableau suivant :

ÉLÉMENTS DIVERS.		OBUS A AILETTES de 8c.	de 9c.	de 12c.	de 16c.	de 16c à 2 R.	de 22c léger.	de 22c lourd.	BOULET MASSIF de 16c.	OBUS EMPLOMBÉS de 7c.	de 24c.
Diamètre de la partie cylindrique	mm	84,1	93	118,1	160,6	160,6	216,8	216,8	160,6	72,2 (1)	233,2 (1)
Hauteur totale de l'obus		137,5	170	230	314	»	420	510	371	180	650
Vent de l'obus		2,5	3,1	3,1	4,6	»	6,7	6,7	4,6	»	»
Vent supérieur des ailettes		1,1	1	1	»	»	»	»	»	»	»
Distance entre les couronnes d'ailettes		61	90	94	120	»	245	275	150	»	»
Poids de l'obus vide	kil	2,720	4,170	10,650	28,480	27,78	66,500	89,500	»	3,380	150
Charge intérieure — de guerre (poudre)		0,200	0,300	0,500	1,100	1,100	3,500	3,500	»	0,200	1,500
Charge intérieure — incendiaire — poudre		»	»	0,100	0,240	0,240	1,500	»	»	»	»
Charge intérieure — incendiaire — cyl. de roche à feu : nombre		»	»	40	40	40	90	»	»	»	»
Poids de l'obus chargé avec sa fusée	kil	2,950	4,500	11,136	29,600	28,900	70,000	93,000	46	3,720	151,500

(1) Diamètre pris sur la fonte avant la pose de la chemise de plomb. Cette dimension doit être changée. D'après les derniers renseignements, l'obus emplombé serait remplacé par un obus armé de trois ceintures de cuivre, avec lequel on atteindrait des vitesses de 455 mètres.

Boîtes à mitraille. — L'artillerie italienne fait encore aujourd'hui entrer les boîtes à mitraille pour une assez large part dans les approvisionnements. Pour les canons rayés, ces boîtes sont en zinc, et du même genre que les boîtes françaises; toutefois, il reste encore en service un grand nombre de boîtes en tôle qui doivent être consommées, mais seulement avec les canons en fonte.

Les intervalles entre les balles sont remplis de soufre pour les pièces rayées, et de sciure de bois pour les pièces lisses ; dans la boîte du canon de 7c B. R., le soufre est remplacé par la colophane : cette boîte (pl. XI, fig. 17) est en outre, vers son milieu, munie d'une bague de soudure destinée à l'arrêter dans la chambre à la position voulue. Toutes les boîtes ont une anse sur le couvercle ou sur le culot, suivant que le canon se charge par la bouche ou par la culasse : celle d'obusier en a deux.

Les boîtes à mitraille de l'artillerie réglementaire sont les suivantes :

MODÈLES RÉGULIERS.	BALLES.					BOITE FINIE.		
	Métal.	Diamètre.	Poids d'une balle	Nombre de balles par couche.	Nombre total des balles.	Calibre.	Hauteur.	Poids.
		mm	gr			mm	mm	kil
Boîte à grosse mitraille pr canon de 16c	Fonte	51	486	7(2)	34	160	259	25,400
Boîte à petite mitraille pr canon de 16c.	Fer.	37	207	12	72	160	233	23,800
Boîte à mitraille pour canon de 12c	Fer.	37	207	7(2)	41	118	227	12,700
Id. 9c	Fer.	29	100	7(2)	41	94	184	6,450
Id. 8c	Fer.	26	73	7(2)	41	84	167	4,570
Id. 7c	Zinc	23	45	7(3)	61	74	200	4,110
Boîte à mitraille pour perrier de 5c (1) .	Plomb	12	11	12	36	50,6	63	0,510
Boîte à mitraille pr obusier de 22c B. R.	Fer.	37 33	207 143	26(4)	172	218	248	48,200
Boîte à petite mit. pr obusier de 22c G. L.	Fonte	51 48	486 418	14	56	218	210	32,000
Boîte à mitraille pour obusier de 15c (1).	Fer.	33	143	14	70	146,5	175	12,000
Modèles anciens.								
Boîte à mitraille pour canon de 16c	Fonte	51	486	7(2)	34	157	255	19,600
Id. 12c	Fonte	38	204	7(2)	41	116,5	230	9,670
Boîte à grosse mit. pr obusier de 22c G. L.	Fonte	72	1400	7(2)	20	218	220	34,500

(1) Cylindre en fer blanc. — (2) Manque la balle centrale de la couche supérieure. — (3) Manquent les balles centrales des deux couches supérieures. — (4) Manquent 10 balles vers le centre de la couche supérieure.

Le tir de la mitraille dans les mortiers s'exécute au moyen de plateaux en bois, placés sur la poudre pour recevoir les balles et régulariser l'action de la charge : pour le tir des grenades et des obus de petit calibre, on em-

ploie, par-dessus le plateau, un panier en fer feuillard ou en clayonnage ; ce dernier est surtout en usage pour le tir des cailloux dans le pierrier.

Fusées. — L'artillerie lisse emploie des fusées en bois à calice ; pour les obus à ailettes, on se sert de fusées à évents, à tête hexagonale et à une seule durée : elles sont également en bois et vissées dans l'œil de l'obus. (Pl. XI, fig. 20.) Sous la tête, on enroule un peu d'étoupe imbibée de cire fondue, et on place une rondelle de cuir gras pour empêcher la communication du feu : la fusée reçoit un vernis au minium qui la préserve de l'humidité. La composition est formée de 6 de pulvérin, 3 de salpêtre et 1 de soufre. Il y a deux fusées : le n° 1 pour obus de 16c et de 22c : durée, de 40 à 46″ ; le n° 2 pour obus de 12c, 9c et 8c : durée, de 24 à 30″. Pour l'obus de 8c, on est obligé d'en réduire la longueur de 4 centimètres.

L'obus de 7c est armé de la fusée percutante prussienne : le shrapnel de ce calibre aura une fusée à temps, percutante au départ, comprenant un corps et un couvercle mobile. (Pl. XI, fig. 21.) La composition, au lieu d'être tassée dans un canal, est comprimée dans un tube de plomb fermé des deux bouts (1), logé dans une rainure circulaire du corps de fusée, et communiquant à l'une de ses extrémités, par un petit canal, avec une chambre à poudre. Une pointe d'acier, en saillie, est fixée au centre du corps de fusée qu'embrasse le couvercle en s'y reliant de la manière suivante : une lame en laiton, fixée au couvercle par des vis, est logée dans une rainure où, grâce à son élasticité, elle cherche constamment à se détendre ; de cette façon, sans s'opposer à ce qu'on fasse tourner le couvercle avec quelque effort, elle le fixe à la position qu'on lui a donnée. Un trou qui traverse le couvercle à la hauteur de la composition et est rempli de poudre, reçoit le feu

(1) Ce tube, préalablement rempli de poudre, est ensuite étiré sous une forte pression : on obtient ainsi, paraît-il, des durées de combustion d'une régularité remar-

et le communique au canal fusant : l'inflammation est produite au moyen d'un percuteur soutenu par deux oreilles et par une goupille de sûreté qu'on enlève au moment du tir; un bouchon ferme la fusée à sa partie supérieure. La paroi du corps porte une graduation en secondes et quarts de seconde, qui s'étend jusqu'à 10″, et dont le 0 correspond à l'extrémité du canal fusant qui est en communication avec la chambre à poudre : le couvercle porte, au contraire, un repère correspondant au trou d'inflammation. Le couvercle étant convenablement disposé pour la durée qu'on veut obtenir, on perce de part en part, au moyen d'une aiguille, le tube en plomb à travers le trou du couvercle : le jeu subséquent du mécanisme se comprend de lui-même.

Gargousses, sachets, etc. — Les charges des canons de siége et de place se confectionnent au moyen de gargousses en papier, à l'exception de celles des obusiers rayés et du canon de 24^{c}, qui sont contenues dans des gargousses en toile de chanvre. Pour tous les canons de campagne, les sachets sont en filoselle; dans les coffres, quelques charges sont préparées pour le tir plongeant de campagne; elles prennent le nom de *paquets de sachets* et sont formées par la réunion d'un certain nombre de sachets plus petits : le paquet forme la charge de guerre (pl. XI, fig. 22), et en rompant ses ligatures on obtient des charges réduites, toutes préparées, d'un poids connu; sur les sachets se trouve imprimée l'indication du calibre de la bouche à feu; les petits sachets portent en outre celle de la charge qu'ils contiennent. Les sachets et paquets sont les suivants :

Canon de 12$_c$:	*Sachet* de	1^k,200. —	*Paquet* de	6	sachets de	150^{gr} et	3	sachets de	100^{gr}.
Canon de 9$_c$:	id.	0^k,900. —	id.	4	id.	150^{gr} et	3	id.	100^{gr}.
Canon de 8$_c$:	id.	0^k,300. —	id.	1	id.	100^{gr} et	4	id.	50^{gr}.
Canon de 7$_c$:	id.	0^k,550. —	id.	1	id.	270^{gr} et	2	id.	140^{gr}.

L'*étoupille* fulminante est semblable à l'étoupille française.

L'artillerie italienne n'emploie pas les *fusées de guerre*.

Conservation, transport. — Les projectiles sphériques et les obus à ailettes sont coltharisés et empilés; les obus emplombés ne sont pas coltharisés; leur engerbement n'est pas encore réglementé.

Pour le transport, tous les obus oblongs sont placés dans des caisses blanches, ce qui a l'avantage de ménager les ailettes et les chemises de plomb. L'obus de 7ᵉ est, de plus, préalablement emballé dans un porte-obus (pl. XI, fig. 16) en bois tendre, dont le fond est muni d'un godet en fer pour loger le culot: une poignée en tresse de fil, fixée par des pointes, sert à manier l'obus emballé.

V. EFFETS DU TIR (¹).

Les obus de l'artillerie de campagne et de montagne sont armés de fusées à durée fixe, correspondant à la portée maxima, de sorte qu'ils agissent le plus souvent comme boulets pleins, l'éclatement ne se produisant qu'après des ricochets irréguliers ou quand l'obus s'est enterré, si la distance est assez grande. Contre les obstacles résistants, cette fusée en bois se brise au choc et fait alors l'office de fusée percutante.

L'obus de 12ᵉ et de 9ᵉ fournissent en moyenne 30 éclats meurtriers jusqu'à 100 mètres environ du point d'éclatement; l'explosion doit se produire en l'air, et les effets sont sensiblement nuls quand la portée dépasse 1 500 mètres pour le 12ᵉ et 1 200 mètres pour le 9ᵉ; il en est de même quand l'obus est enterré au point de chute. Au repos, les éclats sont projetés à 4 ou 500 mètres.

Avec le canon de campagne, les obus cessent de ricocher entre 2 000 et 2 500 mètres; au delà, ils commencent à s'enterrer; et comme la portée utile n'est pas la portée

(¹) La plupart des données et tableaux qui suivent sont extraits du *Manuale* du capitaine *Rogniette*.

limite, mais celle où l'on a encore une probabilité d'atteindre suffisante, on peut admettre qu'on ne doit pas ouvrir le feu à plus de 1 500 mètres contre des troupes déployées, de 2 000 mètres contre une colonne, et de 2 500 à 2 800 mètres contre de grandes masses.

On peut encore tirer à 3 300 mètres sur un village, mais plutôt pour inquiéter ses défenseurs que pour causer un réel dommage ; enfin, lorsqu'il s'agit de l'installation d'un camp, etc., on peut tirer jusqu'à une distance de 4 200 à 4 500 mètres.

Les Italiens font usage du tir plongeant pour battre et détruire le matériel abrité derrière des masses couvrantes, entre les limites de 300 à 1 200 mètres pour le 12^{c}, de 400 à 1 000 mètres pour le 9^{c}, et de 400 à 900 mètres pour le 8^{c}.

Ils emploient également un tir spécial à charge réduite, dit *tir en bombe*, destiné à faire éclater l'obus au-dessus de l'ennemi, quand celui-ci n'est pas à bonne distance pour l'éclatement avec le tir de plein fouet, ou quand il est couvert par des obstacles naturels ou artificiels ; on peut exécuter ce tir jusqu'à 2 500 mètres pour le 12^{c} et le 9^{c}, et jusqu'à 1 400 mètres pour le 8^{c}. Avec ce dernier calibre, le tir de plein fouet ne doit pas se faire au delà de 2 000 mètres : les ricochets cessent entre 1 400 et 1 600 mètres, mais l'obus ne s'enfonce pas à cause de sa faible masse. La portée limite est de 2700 à 2 800 mètres.

Les principales données relatives au tir de plein fouet des canons de campagne sont comprises dans le tableau suivant :

DISTANCE	ANGLE de tir.	ANGLE de chute.	ESPACE battu à 2m de haut.	VITESSE.	ÉCART MOYEN en hauteur.	ÉCART MOYEN en portée.	ÉCART MOYEN en direction.
CANON DE 12c B. R.							
Poids de l'obus, 11k,136.					Poids de la charge, 1k,200.		
0m	0° 0′	0° 0′	mètres.	V = 311m	mètres.	mètres.	mètres.
500	1 30	1 42	70	v = 289	0,75	»	0,66
1000	3 10	3 46	30	261	1,63	»	1,44
1500	5 4	6 18	18	230	2,73	»	2,31
2000	7 35	9 24	12,1	200	»	29,00	3,22
2500	10 44	13 26	»	174	»	33,30	4,32
3000	14 10	19 0	»	153	»	38,70	5,60
3200	15 38	21 46	»	147	»	41,20	6,16
CANON DE 9c B. R.							
Poids de l'obus, 4k,500.					Poids de la charge, 0k,900.		
0m	0° 0′	0° 0′	mètres.	V = 408m	mètres.	mètres.	mètres.
500	0 55	1 7	102,6	v = 284	1,07	»	1,33
1000	2 34	3 22	34,0	218	2,16	»	2,67
1500	4 46	6 52	16,6	178	3,35	29,9	4,30
2000	7 26	11 44	9,6	152	4,79	31,8	7,00
2500	10 48	18 47	5,9	136	»	34,6	11,10
3000	15 22	28 55	»	128	»	38,2	16,20
3200	17 32	34 3	»	126	»	40,0	18,50
CANON DE 8c B. R.							
Poids de l'obus, 2k,950.					Poids de la charge, 0k,300.		
0m	0° 0′	0° 0′	mètres.	V = 268m	mètres.	mètres.	mètres.
500	1 12	2 25	47,4	v = 221	1,04	»	0,84
1000	4 16	6 0	19,0	188	3,06	31,5	1,77
1500	8 37	11 25	9,9	164	»	44,5	3,25
2000	14 18	19 0	»	145	»	74,0	5,92

Le tableau suivant indique les pénétrations des obus de campagne dans les terres à différentes distances.

CANON de	CHARGE	PÉNÉTRATION DANS LES TERRES AUX DISTANCES DE 150m	300m	350m	500m	700m	1000m	1100m	2000m
12c B. R ...	1k,200	2,30 (1)	»	»	0,80 (2)	»	»	»	2,30 (3)
9c B. R ...	0k,900	»	0,97 (2)	1,27 (4)	1,74 (1)	1,01 (4)	0,92 (3)	0,48 (4)	»
8c B. R ...	0k,300	»	»	1,00	»	»	»	»	»

(1) Terre argileuse. — (2) Sable fin. — (3) Terre argileuse, mêlée de sable et de cailloux. — (4) Sable.

Le tir des canons de siége, de place et de côte, se rapproche beaucoup de celui des pièces correspondantes du système français, canons de 12 de place et de 30 de côte. Aussi ne reproduit-on que les données les plus essentielles :

Tir de plein fouet.

DISTANCES.	16c G. R. Obus de 29k,6.		16c G. R. (1) à 2 rayures Obus de 30k.		12c G. R. Obus de 11k,136.				Observations.
	Charge.	Angle.	Charge.	Angle.	Charge.	Angle.	Charge.	Angle.	
m.	kil.		kil.		kil.		kil.		
500	3,20	»	2,00	1°8	2,00	0°3	1,50	0°3	Les angles sont donnés en degrés et 1/10 de degré.
1000	»	1°6	»	4°0	»	1°7	»	1°9	
1500	»	3°4	»	6°4	»	3°8	»	4°1	(1) La portée maxima de 4 200 mètres correspond à l'angle de 29°9.
2000	»	5°4	»	9°0	»	5°3	»	6°5	
2500	»	7°5	»	11°8	»	7°7	»	9°4	
3000	»	9°9	»	15°1	»	10°7	»	12°7	
3500	»	12°7	»	19°7	»	14°5	»	16°8	
4000	»	15°7	»	26°4	»	»	»	»	
4500	»	19°3	»	»	»	»	»	»	
5000	»	24°0	»	»	»	»	»	»	

Tir en bombe.

DISTANCE	16c G. R.				12c G. R.		Observations.
	Angle.	Charge	Angle.	Charge	Angle.	Charge	
m.		kil.		kil.		kil.	
500	30°	0,260	45°	0,235	22°	0,150	Avec le canon de 16c, sous l'angle de 30°, la pénétration de l'obus au point de chute est de 0m,50 à 800 mètres, et atteint 1m,30 à 3 200 mèt.
1000	»	0,500	»	0,450	»	0,285	
1500	»	0,730	»	0,665	17°	0,475	
2000	»	0,965	»	0,880	15°	0,710	
2500	»	1,220	»	1,110	11°	1,205	
3000	»	1,490	»	1,350	»	»	
3400	»	1,720	»	1,550	»	»	

Les vitesses initiales sont de 333 mètres pour le canon de 16c G. R. à la charge de 3k,200, et de 345 mètres pour le canon de 12c G. R. à la charge de 1k,500.

Le canon de 16c G. R. C. de côte lance l'obus de 16c ou un obus de rupture en acier massif ; les éléments du tir sont les suivants :

Canon de 16c G. R. C.

OBUS DE 29k,6.		BOULET MASSIF.			*Observations.*
Distance	Charge 6k0. Angles.	Distance	Charge 7k0. Hausses.	Charge 8k0. Hausses.	
m		m	mm	mm	Les angles sont donnés en degrés et 1/10 de degré. Avec les hausses, on peut facilement obtenir les angles correspondants en se reportant au tableau de la page 273, qui donne la longueur de la ligne de mire.
500	0°9	50	5	4	
1000	1 9	100	6	5	
1500	3 2	200	11	10	
2000	4 7	500	28	25	
2500	6 3	1000	61	53	
3000	8 1	1200	75	66	
3700	10 7				

Depuis l'adoption de la *poudre en dés* pour le service de l'artillerie à grande puissance, on a trouvé que le boulet massif pouvait être tiré avec une charge de 11 kil. de cette poudre. Avec cette charge, destinée surtout au tir contre les navires cuirassés, on obtiendrait les résultats suivants :

DISTANCES.	0m	500m	1000m	1500m	
Vitesses	400m	366m	337m	313m	Les forces vives sont évaluées en mètres-tonnes de 1000 kilog.
Force vive par centimètre de circonférence	7mt4	6mt2	5mt3	4mt5	

Il résulte de là qu'à 500 mètres le canon de 16c G. R. C. percerait encore probablement les cuirasses des types *Warrior* et *Minotaur*. (Pl. XI, fig. 23 et 24.) La muraille du premier se compose d'une plaque de 11c,4, d'un matelas en *teck* de 45c,7, et d'une coque intérieure de 1c,6; la muraille du second comprend une plaque de 14c, un matelas en *teck* de 22c,9, et une coque de 1c,6. Mais aujourd'hui ce canon serait tout à fait impuissant contre les cuirassés de premier rang des marines européennes. Aussi cherche-t-on à le remplacer par un canon de 24c G. R. C., se chargeant par la culasse, et même par des canons de calibres encore plus élevés (1).

(1) Le canon de 24c fera l'objet d'une nouvelle notice aussitôt qu'on aura pu en obtenir les éléments.

On donnera enfin, à titre de renseignement, quelques résultats relatifs au *tir en brèche*, empruntés aux expériences faites à Laveno, en 1864, contre le *Forte Cerro*.

Tir en brèche.

CANONS.	CHARGE.	Pénétration moyenne.			Diamètre de la base de l'entonnoir.			Rayon d'ébranlement apparent.	Nécessaire pour faire 1mc de brèche.			
		Revêtement en granit.	MUR EN pierre.	MUR EN briques.	Revêtement en granit.	MUR EN pierre.	MUR EN briques.		Nombre de coups.	Poudre (1).	Fonte.	Temps à raison de 10 coups par heure.
	kil	m	m	m	m	m	m	m		kil	kil	h m
16c G. R. C. à boulet massif	7,000	0,40	0,85	»	0,80	0,80	»	3,00	9,26	64,81	462,96	0 56
16c G. R. C. à obus..	6,000	0,35	0,75	»	0,70	0,55	»	2,00	2,51	17,56	78,45	0 15
16c G. R.	3,200	0,35	0,70	»	0,60	0,45	»	1,75	4,69	19,55	133,93	0 28
12c G. R.	1,500	0,15	0,50	0,75	0,50	0,30	0,60	1,00	26,67(2)	53,34	296,04	2 40
12c B. R.	1,200	0,13	0,46	0,72	0,50	0,30	0,60	1,20	14,30	24,02	158,73	0 29
9c B. R.	0,900	0,08	0,26	0,55	0,30	0,20	0,45	0,80	9,60	11,52	40,32	0 13
8c B. R.	0,300	0,02	»	0,22	0,10	»	0,35	0,50	72,09	36,05	198,25	1 36

(1) Y compris la charge intérieure de l'obus.
(2) Expérience faite sur 6 coups seulement.

On doit, toutefois, faire observer que les quantités, indiquées comme nécessaires pour exécuter 1 mètre cube de brèche, ont été déduites dans certains cas d'un trop petit nombre de coups pour être absolument exactes ; et qu'en général ces quantités sont d'autant plus petites qu'elles résultent d'un plus grand nombre de coups : la distance du tir a varié de $7^{m},5$ à 70 mètres.

A. Jouart, *capitaine d'artillerie*,
Aide de camp du général de Fénelon.

(A suivre.)

SUR L'ÉTABLISSEMENT ET L'USAGE
DES TABLES DE TIR.

I. Considérations générales sur le problème de l'établissement d'une table de tir. — Méthode théorique et méthode empirique. — Opérations sur le terrain. — Calculs relatifs aux points moyens. — Tableau récapitulatif des tirs.

II. Compensation des nombres inscrits dans le tableau récapitulatif. — Formules d'interpolation. — Construction de la table en ce qui concerne les éléments indépendants. — Procédés de contrôle et de correction.

III. Des opérations d'intercalation, de différentiation et d'intégration faites avec une table donnée.

IV. Calcul, au moyen de la table, des éléments qui n'ont pas été observés mais qui sont néanmoins déterminés en vertu des résultats des expériences. — Hausses verticale et horizontale. — Angle de chute. — Zone dangereuse. — Vitesse d'arrivée. — Durée du trajet. — Équation de la projection verticale de la trajectoire. — Point culminant. — Probabilité d'atteindre un but de grandeur donnée. — Relation entre la résistance de l'air et la vitesse.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

§ 1. — Le tir d'une bouche à feu comporte un certain nombre d'éléments qu'il est nécessaire de connaître, soit pour servir cette bouche à feu, soit pour apprécier sa valeur balistique. En considérant un tir à charge constante (tir de plein fouet), et en prenant la portée pour variable indépendante, les principaux de ces éléments sont:

Les hausses verticale et horizontale, nécessaires pour le *pointage;*

La durée du trajet, qui sert à *régler les fusées;*

L'angle de projection, l'angle de chute, la zone dangereuse, la hauteur maximum... qui définissent la *tension de la trajectoire;*

Les écarts probables en hauteur, en portée et en direc-

tion, qui définissent la *loi de la répartition* des points de chute ;

La probabilité d'atteindre un certain but (et ce sera celui sur lequel le bouche à feu a le plus souvent à tirer: front d'un peloton, ouverture d'une embrasure, . . . etc.), de laquelle dépend l'*effet utile du tir*;

La vitesse d'arrivée, la demi-force vive d'arrivée, soit totale, soit par unité de surface de la section droite, . . . desquelles dépend la *puissance du projectile pour renverser ou pénétrer des obstacles.*

Les éléments qu'il est indispensable de posséder pour que la bouche à feu soit complétement définie au point de vue balistique, sont: l'angle de projection (ou la hausse verticale), la dérivation (ou la hausse horizontale), les écarts probables (ou moyens) en portée et la direction. C'est ce que nous appellerons les éléments fondamentaux: on verra plus loin que, du moins pour le tir de plein fouet, tous les autres éléments peuvent se déduire de ceux-là par des calculs fort simples.

Chacun des éléments qui viennent d'être indiqués peut, comme toute fonction d'une seule variable, être représenté, ou par une expression analytique, ou par une courbe, ou par un tableau numérique. Le premier mode offre peu d'intérêt au praticien, mais c'est un intermédiaire presque obligé entre les expériences et les deux autres; le second mode est surtout avantageux lorsqu'il s'agit de comparer les valeurs balistiques de plusieurs bouches à feu; enfin c'est le troisième qui satisfait le mieux aux diverses exigences de la pratique. Il constitue la *TABLE DE TIR*, où on trouve, dans une première colonne, la portée P prise pour argument et croissant de 100 en 100 mètres, puis, dans une série d'autres colonnes, les valeurs correspondantes de chacun des autres éléments.

Un pareil tableau peut s'obtenir de deux manières différentes. Dans l'une, on ne demande guère à l'expérience qu'une seule donnée, la *loi de la résistance de l'air*, et on

en déduit par l'analyse des formules exprimant en fonction de P les éléments dont il vient d'être question; l'autre fait au contraire porter les observations, autant que possible, sur chaque élément considéré à part, et elle obtient autant de séries de valeurs dont chacune sert de base à une véritable interpolation. La première méthode est la plus rationnelle et la plus féconde, car « la vraie marche » des sciences d'observation consiste à remonter, par la » voie de l'induction, des phénomènes aux lois, et des » lois aux forces; on redescend ensuite de ces forces à » l'explication complète des phénomènes jusque dans leurs » moindres détails. » (Laplace, deuxième supplément à la *Théorie analytique des probabilités*.) C'est cette méthode qui, perfectionnée successivement par Euler, Borda, Legendre, Français, Poisson, Didion, était employée avec les canons lisses : à raison de la symétrie complète d'un projectile sphérique par rapport à son centre de gravité, et de la similitude de tous les projectiles sphériques, la résistance de l'air s'exprime alors par une formule dont l'établissement peut exiger à la vérité beaucoup de temps et de travail, mais qui, une fois trouvée, s'applique à tous les cas. Aujourd'hui, les formes des projectiles varient, pour ainsi dire, à l'infini, et chacune d'elles exigerait une étude spéciale de la résistance de l'air; de plus, à raison du mouvement sur lui-même que le projectile prend dès sa sortie de la bouche à feu, la surface qu'il présente à l'air varie d'un point à un autre de la trajectoire, et c'est en réalité comme s'il se transformait à chaque instant.

Aussi, malgré les beaux travaux de Saint-Robert, Mayewski et Bashforth, ce n'est plus, pour le moment, la loi des forces qui nous fournit la solution des problèmes du tir. Toutefois, comme certains éléments ne peuvent pas être observés avec une exactitude suffisante, ou même ne peuvent pas l'être du tout, il faut les déduire de ceux qui se prêtent le mieux à l'observation, et il en résulte

que, même au point de vue restreint et *exclusivement pratique* où nous nous plaçons ici, l'analyse n'a rien perdu de son importance: elle a simplement changé de point d'application en devenant peut-être plus simple, mais en même temps plus délicate.

§ 2. — Le travail de l'établissement d'une table de tir comprend donc deux phases distinctes, celle des expériences et celle des calculs. Dans la première, on tire successivement sous divers angles et, afin de pouvoir compenser les erreurs en prenant des moyennes, on tire à chaque fois un certain nombre de coups, lequel ne doit pas être inférieur à 15 pour les petites et moyennes distances, à 30 pour les grandes. Il n'est pas nécessaire que les points moyens ainsi déterminés soient bien nombreux: 8 à 10 suffiront dans la plupart des cas; il importe beaucoup plus que ces points soient convenablement espacés, et il sera bon de tirer à cet effet quelques coups d'essai.

Il y aurait beaucoup à dire au sujet des opérations sur le terrain, mais ce sont des détails familiers aux membres des commissions, peu intéressants pour les autres officiers, et nous passons immédiatement à la seconde partie du travail, qui comprend elle-même:

1° Les calculs relatifs aux points moyens; ils se répètent de la même manière pour chacun de ces points, et, afin de ne pas accumuler la besogne, il est indispensable de les effectuer aussitôt qu'on passe d'une distance de tir à une autre;

2° L'interpolation; elle fournit les formules qui relient à la portée P les éléments observés, et qui, en y remplaçant P successivement par 100 mètres, 200 mètres, 300 mètres..., permettront de remplir les colonnes de la table de tir; elle a aussi pour résultat d'opérer sur chacun de ces éléments une *compensation* en vertu de laquelle le système des valeurs moyennes fourni par les expériences est remplacé par un autre qui en diffère peu, mais qui

satisfait à la loi de continuité, et jouit par cela même d'une probabilité plus grande ;

3° Enfin le calcul indirect des éléments qui n'ont pas été observés; tels seront, par exemple, l'angle de chute, la vitesse d'arrivée, la hauteur maximum.., etc.

Nous allons parcourir successivement ces trois séries de calculs. Pour leur exécution matérielle, nous conseillons l'emploi de l'arithmomètre Thomas et de diverses tables numériques, telles que :

Tables de division et de multiplication (1° *La division réduite à une addition*, *par Picarte*, *in-4°*, *Paris*, 1861, donnant avec onze décimales, les inverses et leurs neuf premiers multiples pour tous les nombres inférieurs à 10000; 2° *Multiplication and division tables*, *from one to ten millions*, *by Dunham*, *folio 52 pages*, *Londres*, *Wilson*).

Table des carrés de un à cent millions, *par Gossart*, *in-8°*, *Paris*, 1865.

Tables relatives à l'extraction des racines, *par Jacquet*, *in-8°*, *Paris*, 1861.

Tables des lignes trigonométriques naturelles (*la plus complète* est celle donnée à la suite de la table des carrés de Gossart).

I. CALCULS RELATIFS AUX POINTS MOYENS.

§ 3. — Soient, pour l'un quelconque, φ, des angles de projection successivement employés :

m, le nombre de coups tirés;

P_1, P_2.... P_m les portées mesurées;

D_1, D_2.... D_m les dérivations.

On doit admettre que, pendant toute cette série de coups, non-seulement il ne s'est pas produit de variations dans les choses desquelles dépendent la portée, la dérivation et la justesse, mais encore qu'il n'a pas existé d'*erreur constante*, comme on en aurait, par exemple, si la balance servant à peser les charges était fausse, si la ligne de mire était établie d'une manière défectueuse, etc. Parmi les

erreurs de cette espèce, il en est une tenant à la forme du terrain, et consistant en ce que les points de chute relevés sur le sol ne sont pas dans le plan horizontal mené par le centre de la bouche à feu, qui est le plan auquel sont toujours rapportées les tables de tir [1]; le terrain doit être assez régulier pour que ces différences de niveau soient faibles, mais il n'en est pas moins nécessaire de les corriger, ce qui se fait de la manière suivante : un point de chute pour lequel la différence du niveau est h, et pour lequel on aura mesuré la portée P, sera considéré comme correspondant à un angle de projection φ donné, non par l'inclinaison même de l'axe de la pièce, mais par cette inclinaison augmentée ou diminuée d'un nombre de minutes égal à

$$\text{ang.tg.}\frac{h}{P} = \frac{h}{P} : \text{tg}\,1' = 3438' \times \frac{h}{P}.$$

Les variations atmosphériques sont aussi des causes d'erreur, et, pour en répartir l'effet sur l'ensemble des expériences, on partage celles-ci en deux séries correspondant, par exemple, l'une aux portées qui ont dans l'ordre de grandeur les numéros 1, 3, 5..., l'autre à celles qui ont les numéros 2, 4, 6...

Enfin certaines influences locales peuvent être considérées comme de véritables causes d'erreurs constantes dont on ne peut s'affranchir qu'en faisant faire les expériences simultanément ou successivement dans plusieurs polygones.

Une fois les erreurs constantes éliminées ou corrigées, il ne reste plus dans les nombres P_i ou D_i (i désignant un quelconque des indices 1, 2, 3 ... m), que des *erreurs fortuites*, tenant elles-mêmes à l'imperfection de nos moyens et à l'impossibilité où nous sommes de reproduire nos opérations dans des circonstances mathématiquement les

[1] L'artillerie autrichienne seule s'écarte de cette règle, et prend pour plan de comparaison le plan horizontal mené par le dessous des roues.

mêmes. Les erreurs de cette seconde catégorie nous sont inconnues, et il n'est pas possible de les supprimer; mais il est naturel de les considérer comme se produisant avec la même facilité en plus ou en moins, et on sait [1] que, sous cette condition, il y a une probabilité égale à

$$\theta(k\delta)$$

pour que l'erreur dont se trouve entaché un quelconque des nombres P_i soit inférieure à une valeur donnée δ; k désigne une constante, inconnue *a priori*, qui peut servir de mesure à la précision du tir, et θ désigne la fonction

$$\theta(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt, \qquad (1)$$

dont le tableau suivant fait connaître quelques valeurs :

x	$\theta(x)$
0	0.
1	0,842700
2	0,995020
3	0,999982
4	0,999999984
.....	.....
∞	1.

Une loi analogue, mais avec des valeurs différentes de la constante k, s'applique aux dérivations D_i et, en thèse générale, à la plupart des résultats de nos observations.

Ces principes posés, il y a lieu de considérer ce qui suit :

1° *Portée moyenne.* — En vertu des données que l'on possède, la valeur la plus probable de la portée correspondante à l'angle φ est la moyenne arithmétique

$$P = \frac{P_1 + P_2 + \cdots + P_m}{m} = \frac{1}{m} \Sigma P_i. \qquad (2)$$

[1] Dans tout ce travail, les formules empruntées au calcul des probabilités, peu nombreuses du reste, ont été citées sans leurs démonstrations, qui eussent conduit à des développements trop considérables. Toutes les autres formules sont complétement établies et n'exigent que des connaissances analytiques élémentaires.

2° *Écart probable en portée.* — La quantité k, de laquelle dépend la loi de probabilité des écarts, peut s'obtenir, soit par l'intermédiaire de l'*écart moyen* μ, soit par celui de l'*écart moyen quadratique* ε. Après avoir formé, sans avoir égard aux signes algébriques, les différences

$$\delta_1 = P_1 - P, \quad \delta_2 = P_2 - P, \quad \cdots \delta_m = P_m - P,$$

on calculera k, dans le premier cas, par les deux formules

$$\mu = \frac{1}{m}\Sigma\delta_i, \quad k = \frac{1}{\mu\sqrt{\pi}} = 0{,}5642 \cdot \frac{1}{\mu}, \tag{3}$$

et, dans le second, par les deux formules

$$\varepsilon^2 = \frac{1}{m}\Sigma\delta_i^2, \quad k = \frac{1}{\varepsilon\sqrt{2}} = 0{,}7071 \cdot \frac{1}{\varepsilon}. \tag{4}$$

Ces deux manières de calculer k donneraient le même résultat si le nombre m était extrêmement grand. En réalité, elles donneront des résultats différents et inégalement probables; c'est la seconde manière qui est la plus avantageuse à ce point de vue, car on démontre que la valeur calculée d'après (4) avec *cinquante* coups est aussi probable que celle calculée d'après (3) avec *cinquante-sept* coups; mais l'avantage est peu marqué, et la première manière, beaucoup plus simple, nous paraît généralement suffisante.

Dans la pratique, on définit ordinairement la justesse du tir par l'*écart probable*, dénomination assez mal choisie, signifiant l'écart qu'il y a une probabilité $\frac{1}{2}$ de ne pas dépasser, c'est-à-dire qu'on n'atteindra en moyenne qu'une fois sur deux, mais aussi qu'on dépassera en moyenne une fois sur deux; le double de ce nombre représente la longueur dans laquelle il tombe la moitié des coups, et son produit par 8 la longueur qui les renferme tous (plus

rigoureusement, qui en renferme 99 %). En appelant ρ la racine de l'équation

$$\theta(x) = \frac{1}{2},$$

racine qu'on trouve par la méthode des approximations successives, et qui est

$$\rho = 0{,}4769\ldots,$$

l'écart probable r est, en vertu des définitions précédentes, lié à k par la relation

$$r = \frac{\rho}{k},$$

et, suivant qu'on veut faire usage de μ ou de ε, on le calculera par l'une ou l'autre des deux formules

$$\left.\begin{aligned} r &= \rho\sqrt{\pi}.\mu = 0{,}8455\,\mu \\ r &= \rho\sqrt{2}.\varepsilon = 0{,}6745\,\varepsilon \end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

3° *Erreur probable à craindre sur la portée moyenne.* — Les erreurs à craindre sur la valeur P fournie par la formule (2) sont soumises à la même loi de probabilité que les écarts du tir, mais avec une autre valeur de la constante, savoir :

$$K = k\sqrt{m},$$

en sorte qu'il y a une probabilité égale à

$$\theta(K\delta) = \theta(k\sqrt{m}.\delta) = \theta\left(\rho.\frac{\delta}{r}.\sqrt{m}\right)$$

pour que l'erreur commise en considérant P comme la portée véritable soit inférieure à δ. C'est ce qu'on exprime en disant que la précision d'une moyenne arithmétique est proportionnelle à la racine carrée du nombre des observations qui l'ont fournie.

L'erreur probable à craindre sur la valeur moyenne P est donc

$$R = \frac{\rho}{K} = \frac{r}{\sqrt{m}}, \qquad (6)$$

ce qui veut dire que si on répétait un grand nombre de fois cette *opération* qui consiste à tirer m coups et à prendre la moyenne de leurs portées, la moitié des valeurs obtenues serait renfermée dans un intervalle d'étendue 2 R, et l'autre moitié serait en dehors de cet intervalle.

4° *Dérivations.* Des calculs analogues à ceux que nous venons d'indiquer pour les portées seront faits avec les dérivations mesurées, et fourniront, pour chaque angle φ, la dérivation moyenne D, l'écart probable en direction q, l'erreur probable Q à craindre sur la dérivation moyenne.

Si d'autres éléments ont été observés, par exemple la durée du trajet, on les traitera de même.

§ 4. — De tous ces résultats, on formera un tableau renfermant dans sa première colonne, les angles de projection φ qui ont été successivement employés, puis, dans autant d'autres colonnes, les diverses valeurs que nous venons d'indiquer: portées moyennes, dérivations moyennes, écarts probables en portée et en direction, erreurs probables à craindre sur les portées moyennes et sur les dérivations moyennes, etc. On inscrira en outre, dans une dernière série de colonnes, quelques renseignements qui peuvent être utiles pour la discussion des expériences, savoir: la vitesse initiale que la poudre du jour imprime au projectile dans un canon particulier, tiré de temps en temps avec la poudre type, et employé exclusivement pour remplir le rôle qui appartenait autrefois au mortier-éprouvette, — les indications du thermomètre, de l'hygromètre et du baromètre, — la direction et la force du vent, etc.

C'est ce qu'on appelle le *tableau récapitulatif des tirs*, tableau où se lisent, sur une même ligne horizontale, les valeurs correspondantes des divers éléments qu'il y a à considérer; nous supposerons que le nombre de ces lignes est n, et nous désignerons par

$$\varphi_i,\ P_i,\ r'_i,\ R_i,\ D_i,\ q_i,\ Q_i,\ \text{etc.},$$

les valeurs qui composent celle de rang i, i prenant une

acception nouvelle et pouvant être un quelconque des membres 1, 2, 3 . . . *n*.

II. INTERPOLATION.

§ 5. — La table de tir diffère des tableaux récapitulatifs :

1° En ce que ce sont les portées, au lieu des angles de projection, qui figurent dans la première colonne, où elles forment ordinairement les multiples successifs de 100 mètres ; cette disposition est nécessaire parce que la portée est toujours le point de départ dans les problèmes que la table sert à résoudre, et parce que la solution doit pouvoir être obtenue le plus rapidement possible ;

2° En ce que les valeurs qu'elle contient doivent satisfaire à la loi de continuité, car, du moment que les erreurs constantes ont été éliminées le mieux possible, il y a beaucoup de chances pour que des infractions à cette loi proviennent des erreurs fortuites entachant, avec une probabilité dont nous avons la mesure, les valeurs moyennes calculées comme il est dit plus haut ; on atténuera ces erreurs en les répartissant rationnellement sur l'ensemble des valeurs, lesquelles se verront ainsi corrigées ou, comme on dit, *compensées* les unes par les autres ;

3° Enfin, en ce qu'elle doit se rapporter, non pas à une pièce particulière, mais à une pièce moyenne fictive, de manière qu'il y ait, pour l'ensemble de l'armement, le minimum d'erreur totale. Pour remplir cette condition, il faut combiner ensemble les résultats fournis par plusieurs pièces différentes et, en faisant des expériences simultanées dans plusieurs polygones, on a autant pour but de réunir rapidement assez de données pour compenser les erreurs personnelles des pièces, que de compenser les influences locales. Quoi qu'il en soit, on voit aisément en quoi consiste cette compensation de second ordre, et nous ne nous occuperons ici que de la première.

Elle peut se faire de deux manières, par une construction graphique ou par le calcul.

Dans la méthode graphique, qui est la plus expéditive et qui a quelquefois une exactitude suffisante, on construit une ligne polygonale en prenant les portées pour abscisses et les valeurs de l'élément considéré pour ordonnées, et on la remplace ensuite par une courbe continue. Le tracé de cette courbe exige beaucoup de tact et d'attention, car on aura à voir, par une discussion sérieuse et impartiale des observations, quels sont les points dont on doit tendre à rapprocher la courbe, ceux au-dessus ou au-dessous desquels on doit tendre à la faire passer, etc. Par exemple, si l'élément dont on s'occupe est l'angle de projection φ, la courbe devra passer au-dessous des points correspondant aux jours où la vitesse initiale donnée par la poudre dans le canon d'épreuve était plus faible, où le vent venait de l'avant, où la pression barométrique était plus forte et la température plus basse; elle devra au contraire passer au-dessus des points correspondant à des conditions inverses. Par exemple encore, s'il s'agit de la dérivation, il faudra se rappeler qu'elle est plus grande quand le vent vient de la gauche, quand l'air est plus dense, quand la vitesse initiale dans le canon d'épreuve est plus faible, etc. (Vaucheret.)

Pour ces constructions, qui se font sur du papier quadrillé en millimètres, il importe beaucoup de choisir convenablement les échelles. On réussira généralement en représentant la portée à raison de 1^{mm} pour 10 mètres, et

l'angle de projection, à raison de	1^{mm}	pour	6 min.
la dérivation.	5	—	10 mèt.
la durée du trajet.	1	—	1 sec.
la vitesse restante.	10	—	1 mèt.
l'écart probable en portée	1	—	1 —
— en hauteur . . .	10	—	1 —
— en direction. . .	20	—	1 —

§ 6. — Au lieu de construire graphiquement la courbe continue qui doit être substituée à la ligne polygonale,

nombre n étant supposé plus grand que celui des inconnues x, y, z.... Cela posé, *appelons*

$$g_1, g_2, g_3 \cdots\cdots g_n$$

des nombres inversement proportionnels aux erreurs probables (ou moyennes) à craindre respectivement sur ces observations, et posons, pour abréger,

$$a_i x + b_i y + c_i z + \cdots - s_i = \delta_i,$$

i désignant un quelconque des nombres 1, 2, 3....n; *les valeurs les plus probables des inconnues x, y, z... sont celles qui rendent minimum la somme*

$$\Sigma g_i \delta_i^2.$$

Telle est la règle de Legendre, célèbre sous le nom de *Méthode des moindres carrés.*

Il faut ajouter que cette règle, complétée par l'analyse de Laplace, non-seulement fait connaître le système de valeurs x, y, z... dont la probabilité est maximum, mais encore permet d'évaluer numériquement, soit cette probabilité, soit celle d'un autre système quelconque.

Admettons, pour un instant, que l'artilleur connaît de même la *forme* de la trajectoire que décrit son projectile, c'est-à-dire qu'il n'y a d'inconnues pour lui, dans les équations de cette trajectoire, que les valeurs numériques de certains coefficients. En prenant pour axes coordonnés une ligne horizontale Ox et une ligne verticale Oz menées dans le plan de tir par le centre de la bouche de la pièce, puis une ligne Oy perpendiculaire à ce plan, ces équations seront, pour un angle de projection φ,

$$f(x, y, z, \varphi) = o, \qquad f_1(x, y, z, \varphi) = o. \qquad (\alpha')$$

Si nous y faisons $z = o$, nous en tirerons, en les résolvant, deux valeurs x et y, fonctions de φ, qui seront, dans le plan horizontal xOy, les coordonnées du point de chute; nous aurons alors, en appelant P la portée,

$$\sqrt{x^2 + y^2} = \mathrm{P},$$

équation qu'on peut écrire

$$F(\varphi) = P. \qquad (2)$$

En rendant cette équation linéaire, et y substituant ensuite les divers couples de valeurs

$$(\varphi_1, P_1), \quad (\varphi_2, P_2), \quad \ldots (\varphi_i, P_i), \quad \ldots (\varphi_n, P_n) \qquad (\beta')$$

fournis par le tableau récapitulatif des tirs (§ 4), on aura n équations telles que (1), on les traitera par la méthode des moindres carrés, et, possédant les équations de la trajectoire, on sera à même de résoudre tous les problèmes de la balistique.

Mais l'hypothèse que nous venons d'admettre provisoirement est loin d'être réalisée, car l'analyse des forces présente beaucoup plus de difficultés pour le projectile se mouvant dans l'air que pour le corps céleste accomplissant ses évolutions dans le vide. Nous avons déjà dit, § 1, qu'on ne pouvait guère espérer voir cette analyse acquérir bientôt une perfection suffisante, et que nous nous proposions précisément de nous en passer. Dès lors, nous ne connaissons plus, même dans leur forme générale, les équations de la trajectoire, ni le premier membre de l'équation (2), et les équations (1) nous échappent parce que le dernier terme s_i reste seul, les coefficients a_i, b_i, $c_i \ldots$ étant tous inconnus.

Dans ces conditions, nous aurons recours à la formule ordinaire d'interpolation, ce qui nous conduirait à remplacer l'équation (2) par

$$A_0 + A_1\varphi + A_2\varphi^2 + A_3\varphi^3 + \ldots = P; \qquad (2')$$

mais, comme c'est P que nous voulons prendre pour argument, nous ordonnerons au contraire par rapport à cette variable, et, définissant l'angle φ par une fonction trigonométrique qu'indique la formule du mouvement dans le vide, nous poserons

$$\sin 2\varphi = P(k_0 + k_1 P + k_2 P^2 + \ldots): \qquad (3)$$

DES DYNAMITES
ET DE LEURS APPLICATIONS DANS L'ARTILLERIE.

(*Suite*).

I. DYNAMITES A BASE INERTE.

La dynamite est un mélange mécanique de nitroglycérine avec une substance solide assez poreuse pour la retenir, même dans le cas où une certaine pression serait exercée, de manière que l'on n'ait pas à craindre son exsudation pendant le transport, dans les magasins, ou au moment d'en faire usage. Ses propriétés sont semblables à celles de la nitroglycérine qui en constitue l'élément actif [1].

La dynamite est moins dangereuse à manier que la nitroglycérine, mais à la condition que l'on ne forcera pas la proportion de celle-ci et que l'excès ne viendra pas s'en rassembler au fond de la cartouche ou imbiber le papier qui l'enveloppe. Le choix de la substance absorbante est donc très-important, car la dynamite agit par le poids de nitroglycérine qu'elle contient, et, pour obtenir une force suffisante sans trop augmenter le volume, il est essentiel que la substance inerte employée jouisse d'un pouvoir absorbant aussi élevé que possible.

M. Nobel emploie, en Allemagne, une marne siliceuse (*Kieselguhr*) qui s'extrait à Oberlohe, près d'Unterläss, en Hanovre; cette substance, quand elle est sèche, se réduit facilement en une poussière blanche, d'apparence farineuse. Elle est constituée par l'enveloppe siliceuse d'une variété d'algues, les diatomées, qui forment une quantité innombrable de petites cellules à parois très-résistantes.

---

[1] M. Ruggieri dit à ce sujet dans sa *Notice sur la dynamite* (page 43), en traitant de la conservation et de l'emmagasinage de cette substance : Le plus sérieux inconvénient de la dynamite est que, sans être vénéneuse, elle donne à ceux qui la manipulent de violents maux de tête ou des maladies de peau beaucoup plus persévérantes que les maux de tête, qui ne sont que passagers. Ce qu'il y a de curieux, c'est que les personnes chauves semblent y être plus sensibles que les autres. Mais au bout de quelque temps, tous ces inconvénients disparaissent et la dynamite devient, à de rares exceptions près, d'un usage tout à fait inoffensif.

Cette silice possède un pouvoir absorbant assez considérable pour qu'on puisse en faire la base d'une dynamite contenant 75 p. % de nitroglycérine contre 25 p. % de silice.

En France, on a essayé diverses substances, telles que la silice ordinaire, l'alumine, la brique pulvérisée, le tripoli, la cendre de houille, etc. MM. Millot, Girard et Vogt ont constaté que les matières à employer pour obtenir de bonnes dynamites sont : le tripoli, le kaolin, la silice, l'alumine et surtout le sucre (1).

La dynamite présentée, en 1868, par M. Nobel à la commission spéciale instituée en France par le Ministre de la guerre, contenait, sur 100, 67 parties de nitroglycérine et 33 parties d'une terre argileuse, calcinée et pulvérisée. Pendant le siége de Paris, on a adopté, comme matière absorbante, la cendre de charbon de Boghead, soigneusement nettoyée et pulvérisée. Cette cendre, constituée par un mélange d'argile et de silice, est susceptible d'absorber le double de son poids de nitroglycérine.

La dynamite expérimentée par M. Champion était à base de terre cuite, provenant des fours de verrerie ou de briqueterie. Elle contenait de 20 à 25 p. % de nitroglycérine.

La *dynamite rouge*, dans laquelle la matière inerte est du tripoli, silice extrêmement divisée, constituée par des carapaces fossiles d'infusoires, peut contenir de 66 à 68 p. % de nitroglycérine.

La *dynamite blanche*, de la fabrique de Paulille, dans laquelle le corps absorbant est une terre siliceuse naturelle, peut, d'après M. Barbe, absorber 70 à 75 p. % de nitroglycérine (c'est celle qu'il désigne sous le n° 1).

La dynamite réglementaire du génie autrichien est à base de silice ; elle contient normalement 75 p. % et au minimum 72 p. % de nitroglycérine (2).

(1) M. Ibes a employé avec succès la randanite, sorte de silice gélatineuse.
(2) Quant à la *dynamite grise* de Paulille et à la *dynamite noire* de M. Martel, ce ne sont pas, à proprement parler, des dynamites à base inerte.

La puissance relative et la facilité d'explosion des dynamites étant proportionnelles au poids de nitroglycérine qu'elles renferment, les dynamites jouiront, suivant leur titre, de propriétés très-différentes.

Préparation de la dynamite à base inerte. — La nitroglycérine une fois obtenue, la production de la dynamite est bien simple et le mélange peut s'exécuter par un procédé quelconque, attendu que la porosité de la terre siliceuse a pour effet d'opérer la répartition parfaitement égale de la nitroglycérine.

Le seul point important à observer, c'est de ne pas dépasser la quantité de nitroglycérine qui produit la saturation dans l'absorbant employé; on serait, sans cela, exposé à des fuites fort dangereuses et qui ne manqueraient pas de se produire, quand même on ne dépasserait que très-peu le point de saturation.

Dans la fabrication en grand, la matière pulvérulente est disposée sur une plaque de plomb, munie de rebords un peu élevés; on y verse la quantité nécessaire de nitroglycérine et l'on agite avec une spatule de bois ou de verre. Quand le mélange est parfaitement homogène, la dynamite est prête à être employée et on peut l'introduire dans les boîtes en zinc ou dans les cartouches dont on se sert pour la conserver ou la transporter. Par mesure de précaution, il est bon que les ateliers où se fait le mélange soient distincts de ceux où l'on fabrique la nitroglycérine.

Application des dynamites à base inerte aux ruptures militaires. — Les propriétés caractéristiques de la dynamite consistent surtout dans sa force explosive, plus grande que celle de la poudre, et dans la faculté qu'elle possède d'agir indépendamment de tout bourrage. C'est à la première de ces propriétés que l'industrie fait surtout appel, car elle a généralement toutes les facilités désirables pour préparer ses explosions.

Dans les ruptures militaires, non-seulement on tirera parti de l'intensité de cette force explosive, mais on pro-

fitera surtout de l'économie de temps qui résulte de la possibilité de supprimer le bourrage et même le forage. Il est inutile d'insister sur l'avantage que cette dernière économie de travail et de temps procure à la guerre, qu'il s'agisse de rompre un mur pour ouvrir le passage à une colonne ou de détruire très-rapidement un matériel d'artillerie. Il n'est pas moins avantageux de produire les mêmes effets avec des charges de poids moindre; on emmène ainsi, avec le même matériel, une quantité de force beaucoup plus grande. Une compagnie du génie, d'avant ou d'arrière-garde, pourra avoir avec elle les moyens de rompre de grands ouvrages d'art en très-peu de temps et presque sans travail. Des pelotons de cavalerie envoyés en reconnaissance, ou des éclaireurs faisant une pointe, pourront porter dans leurs gibernes tout ce qu'il faut pour détruire des rails et même un ponceau de chemin de fer, et pour entraver, pendant un certain temps au moins, les communications de l'ennemi.

Enfin, l'action toute locale de la dynamite permet de l'appliquer là où la poudre donnerait de trop grands effets pour le but à atteindre. C'est ainsi qu'on peut l'employer à ouvrir instantanément des embrasures, à percer des baies de communication à travers des murs, etc., à faire, en un mot, très-rapidement certains travaux qu'il faudrait, sans cela, exécuter à la pioche et en exposant fort longtemps les travailleurs au feu de l'ennemi.

Rupture des bois. — L'abattage des arbres à la scie ou à la hache est trop commode pour qu'il y ait lieu d'y employer habituellement la dynamite, cependant on ne manquera pas d'y avoir recours si l'on ne dispose pas des hommes ou des outils nécessaires pour faire de grands abattis, ou bien s'il s'agit de préparer la chute presque instantanée d'un rideau d'arbres masquant une batterie.

Les instructions données au génie de l'armée de Versailles portent qu'un saucisson de très-forte toile, contenant environ 3 kil. de dynamite, autour d'un arbre de

$0^m,30$ de diamètre, suffit pour faucher l'arbre. Ce qu'il importe surtout de ne pas perdre de vue dans la marche à suivre pour la rupture des bois en général, arbres, palissades, pilots, ponts, etc., c'est qu'en raison de ses propriétés brisantes, la dynamite n'exerce de grands effets que dans le voisinage immédiat du point d'explosion. Il est donc essentiel que la charge soit répartie sur toute la longueur de la ligne de rupture que l'on désire obtenir, et essentiel aussi que le contact entre la charge de dynamite et la pièce de bois à rompre soit le plus intime possible ; si la distance s'accroît, la rupture ne se produit plus, à moins que l'on n'augmente considérablement la charge.

Démolition des maçonneries. — Outre les démolitions de murs, de parcs ou de maisons, faites pendant le premier siége de Paris, la dynamite a été souvent employée (en mai 1871) à rompre des clôtures et à ouvrir des communications entre les maisons voisines, tant dans le village d'Issy qu'à Paris même, pendant la guerre des rues.

Pour ouvrir une communication entre deux maisons, on prépare des chapelets de 60 cartouches (4 kil. de dynamite) attachées à une ficelle, à quelques centimètres l'une de l'autre, et on suspend leurs extrémités à deux clous plantés à $1^m,80$ du sol et à $0^m,50$ l'un de l'autre; la courbure inférieure du chapelet se trouve ainsi à $0^m,80$ du plancher. L'effet de l'explosion étant essentiellement local et ne s'étendant pas à plus de $0^m,25$ à $0^m,30$ de part et d'autre des cartouches, on obtient ainsi des ouvertures de $1^m,30$ à $1^m,50$ de hauteur sur 1 mètre environ de largeur, et cela sans détruire les planchers. Ce dernier résultat est d'autant plus important que, le plus souvent, c'est par les étages supérieurs que l'on cherche à communiquer et que la destruction des planchers constituerait un obstacle fort gênant pour la circulation.

On a utilisé la propriété que possèdent les faibles charges de dynamite de n'agir que localement, pour ouvrir des embrasures et démasquer des pièces en batterie.

Ainsi, pour déloger les tirailleurs fédérés du clocher de l'église et d'une barricade voisine, dans le village d'Issy, on dut employer l'artillerie et monter un canon de 4 de montagne au troisième étage d'une maison dépassant en hauteur toutes ses voisines. Quand on eut fait, sur le plancher, un lit de fascines recouvert de madriers et mis le canon en batterie dans la direction convenable, il fallut ouvrir une embrasure. On ne pouvait employer la pioche; les travailleurs seraient devenus aussitôt le point de mire des tirailleurs ennemis; on fit alors bourrer quelques kilogrammes de dynamite dans un tuyau en toile qu'on suspendit contre le mur à l'emplacement de l'ouverture désirée. L'explosion démasqua la pièce; et l'on put aussitôt commencer le feu.

Rupture des pièces de canon. — La mise hors de service des bouches à feu que l'on est obligé d'abandonner dans une retraite, ou la rupture des pièces ennemies dont on est parvenu à s'emparer momentanément et que l'on ne peut emmener, sont des opérations qui se présentent fréquemment à la guerre, et qui, avec les procédés actuellement en usage, présentent certaines difficultés.

L'emploi des poudres brisantes et surtout de la dynamite et du lithofracteur donne une solution excellente de ce problème. Avec ces poudres, le travail préparatoire se réduit, en général, à poser une ou plusieurs cartouches sur la volée ou dans l'âme de la pièce, et à les recouvrir de quelques sacs à terre, ou à bourrer d'une façon quelconque; cette dernière opération n'étant pas d'ailleurs indispensable. En produisant l'explosion de ces cartouches, on est sûr de mettre la bouche à feu hors d'état de servir.

Canons en bronze. — Expériences faites à Lyon (fort Lamothe), par M. Martel (2 mars 1871). — Dans l'âme d'un canon-obusier de 12 en bronze, hors de service, on plaça une cartouche à enveloppe de fer-blanc de $0^m,10$ de diamètre, contenant 1 kil. de dynamite. La tulipe du canon fut brisée en cinq fragments, dont quatre furent projetés et

le cinquième resta attaché au canon. La dégradation n'allait pas au delà de la naissance du bourrelet, dont quelques fragments furent arrachés. Tous ces fragments étaient en outre criqués dans tous les sens.

On plaça ensuite sur la volée, à $0^m,60$ de la bouche, une cartouche de 2 kil. de dynamite noire (45 p. %). Le canon fut fortement écrasé au droit de la bouche; les ficelles qui entouraient la charge aux deux bouts furent profondément moulées dans le bronze. En appuyant une règle sur la volée, on constata que la dépression, mesurée au-dessous de la règle, était de $0^m,012$. La différence des diamètres extérieurs, horizontal et vertical, était de $0^m,020$ et une bosse très-prononcée s'était produite dans l'intérieur du canon.

Canons en acier. Lyon (mars 1871). — Un canon Broadwell, en acier fondu, alésé à $0^m,085$ et rebuté pour défaut d'alésage, fut soumis à l'action d'une charge de 500 grammes de dynamite rouge, placée de manière à affleurer la tranche de la bouche. L'explosion fit éclater le canon en plusieurs morceaux, dont le plus petit fut projeté à 30 mètres, bien qu'on eût recouvert la volée avec trois traverses en bois pour empêcher les projections.

Canons en fonte. Mont-Valérien (octobre 1870). — Les expériences portèrent sur un canon de $0^m,165$ déjà dégradé par l'explosion d'un projectile creux dans l'intérieur de l'âme; il était en fonte, rayé, fretté et provenait de Saint-Gervais; posé horizontalement à terre, il reposait sur une cale à l'endroit des tourillons. La dynamite employée était à 25 p. %. Une charge de 2 kil. fut placée à $0^m,20$ ou $0^m,25$ de la bouche, laquelle était formée par un tampon de terre glaise sur une longueur de $0^m,15$ environ. Les fils de transmission du courant électrique destiné à enflammer la dynamite traversaient le milieu de ce tampon. L'explosion eut pour effet de projeter le tampon, de briser la volée sur environ $0^m,45$ de longueur et suivant les trois rayures, en trois morceaux dont le plus éloigné fut projeté à 21 mè-

tres de distance; sur ce qui restait de la volée on constata, en dessus, une fêlure de $0^m,10$ de longueur.

Danemark. — Dans une expérience faite en Danemark et citée dans le rapport de M. Martel, on devait tirer un obus pesant 210 kil. avec sa charge de dynamite. L'obus éclata dans la pièce et brisa le canon qui était en fonte, fretté d'acier, et pesait 20 tonnes. Au droit de l'obus, le canon fut mis en pièces, la culasse et les anneaux d'acier déchirés.

Conclusions. — De ces expériences et de quelques autres faites par les Prussiens avec du lithofracteur, on peut conclure :

1° Qu'il suffit de 500 grammes de dynamite introduits dans l'âme ou de 1 kil. placé sur la volée d'une pièce de campagne pour la mettre hors de service;

2° Que le bronze peut être déformé dans une large limite sans donner d'éclats dangereux, mais que la fonte et surtout l'acier donnent des éclats très-dangereux dès que l'on force la charge et que la limite d'élasticité est dépassée;

3° Qu'il est toujours avantageux, quand la charge est placée dans l'âme, de fermer la bouche par un tampon en bois ou en argile ou par quelques gazons (1).

---

(1) D'après les ordres de M. le Ministre de la guerre, des expériences ont été faites en 1872 par la direction de Rennes, pour fractionner en blocs d'un poids moyen et d'un transport facile, les bouches à feu en fonte réformées qui se trouvent dans plusieurs places et dans les batteries du littoral. Après divers essais préliminaires, on introduisit dans un canon de 30 en fonte, du poids de $3\,118^k$, un tube conique de $2^m,50$ de longueur et $4^{mm},5$ de diamètre moyen, terminé par un renflement qui s'appuyait contre le fond de l'âme et contenant $5^k,200$ de dynamite.

La pièce était placée dans une fosse recouverte de lambourdes.

L'explosion donna 165 fragments. Le plus gros, le cul-de-lampe, pesait 382 kil.; 4 d'entre eux pesaient de 100 à 190 kil.; 72 de 5 à 70 kil.; les autres avaient un poids inférieur à 5 kil.

Le cul-de-lampe fut brisé séparément au moyen de cartouches introduites dans un trou percé suivant son axe.

La Commission chargée des expériences a conclu que, lorsqu'on emploie la dynamite pour le fractionnement des bouches à feu en fonte, il est préférable, sous le rapport de l'économie et de la sécurité, de briser les pièces d'un seul coup; et que la charge de rupture peut être calculée au moyen de la formule $C = \frac{1}{5\,929\,000} S \times E^2$, dans laquelle S représente la surface intérieure du canon et E son épaisseur moyenne. Cette formule suppose que l'on se sert de dynamite à 60 p. %.

La Commission constata de plus que les capsules ordinaires donnaient des ratés fréquents et que, pour assurer la détonation, il était nécessaire d'employer des cartouches-amorces préparées avec beaucoup de soin.

Chargement des projectiles creux. — *Tir d'obus chargés en dynamite.* — Les expériences faites en Suède (septembre 1867), au Mont-Valérien (novembre 1870), et en Norwége, pendant l'hiver de 1870-71, ont eu lieu avec de la dynamite probablement gelée et sont insuffisantes pour prouver la possibilité de tirer de pareils projectiles.

Expériences de M. Martel au Grand-Camp, près Lyon (mars 1871). — On essaya de lancer, dans un canon Reffye en acier, et avec la charge ordinaire, un obus de 7 préparé de la façon suivante : dans le fond de l'obus on avait introduit d'abord deux rondelles en caoutchouc destinées à amortir les chocs et ayant ensemble $0^m,014$ d'épaisseur, puis un tube en cuivre jaune de $0^m,027$ de diamètre intérieur, $0^m,070$ de hauteur et $0^m,0005$ d'épaisseur, contenant 200 grammes de dynamite. Ce tube, ouvert par le haut, était fermé à l'autre bout par une rondelle soudée, portant en son milieu une pointe qui pénétrait dans le caoutchouc; le bout de la fusée pressait sur le haut du tube, en sorte que celui-ci était fortement appuyé sur les rondelles quand la fusée était vissée à fond. L'amorce fulminante avait été passée par le trou de la fusée, ses bords supérieurs avaient été rabattus et le percuteur replacé dessus; dans ces conditions, la flamme du porte-feu devait suffire à provoquer l'explosion du fulminate placé au fond de l'amorce, au milieu de la dynamite.

La pièce fut pointée sur la grande butte, à une distance de 400 mètres; on mit le feu avec une mèche à étoupille, mais on ne vit aucune trace de l'arrivée du projectile à la butte : celui-ci devait avoir éclaté dans l'âme. C'est ce que fit reconnaître une vérification de la pièce qui, outre le défaut d'alésage préexistant dans le logement de la charge, présentait une bosse et une fente de $0^m,04$ de long et de près de $0^m,001$ de large, dans la chambre conique du projectile et des éraflures dans la volée, au delà des tourillons.

M. Martel pense cependant qu'on réussirait, à la condi-

tion d'employer un obus en fonte à parois très-épaisses, n'ayant à l'intérieur que le vide nécessaire pour loger 200 à 250 grammes de dynamite, laquelle devrait être très-peu imbibée de nitroglycérine. En outre, il faudrait peut-être mettre une couche de silice sèche au fond de l'obus, afin que jamais, par suite d'un séjour plus ou moins long dans les magasins, la nitroglycérine liquide ne pût se déposer ni s'amasser. Enfin, pour amortir les chocs, la cartouche contenant la dynamite devrait, d'après M. Martel, consister, comme celle employée par M. Barbe, en un sac de caoutchouc ou de laine, ou mieux en une double enveloppe de caoutchouc et de laine. Peut-être aussi pourrait-on obtenir de bons effets en achevant de remplir avec de l'eau les projectiles chargés en dynamite.

Expériences de M. Barbe dans les batteries de siége du 2e Corps de l'armée de Versailles (mai 1871). — On introduisit un sac de caoutchouc rempli de dynamite dans l'âme d'un obus de 12. Par-dessus on plaça 80 ou 100 grammes de poudre ordinaire pour achever de remplir le projectile, et l'on vissa une fusée à temps. L'obus fut tiré de la batterie de Bagneux sur le fort de Montrouge, et l'on crut entendre une détonation beaucoup plus violente que celle des obus ordinaires. On ne put naturellement pas avoir de renseignements sur les effets produits.

Quelques jours après, on essaya la dynamite dans une bombe, en employant le même procédé et mettant dans le projectile une charge de poudre suffisante pour son explosion. On n'eut d'autres données sur l'effet de cette bombe que l'existence, constatée après l'entrée dans Paris et dans la direction du plan de tir du mortier, d'une excavation produite par une bombe et de dimensions plus grandes que les excavations voisines.

Ces dernières expériences sont également peu concluantes quant à l'effet des projectiles chargés en dynamite. M. Barbe ne donne pas d'ailleurs explicitement la contenance, en nitroglycérine, de la dynamite employée.

En résumé donc, le tir de projectiles creux chargés en dynamite ne paraît pas absolument impraticable, mais les expériences actuellement connues ne sont pas suffisantes pour qu'on puisse en affirmer la possibilité [1].

Éclatement d'obus chargés en dynamite. — La nitroglycérine est une poudre brisante, mais son explosion n'est pas assez instantanée pour qu'elle ne conserve pas quelques propriétés de projection. Peut-on utiliser ces propriétés pour communiquer une grande vitesse à des éclats de projectiles creux, et y a-t-il avantage à substituer la dynamite à la poudre pour le chargement de cette espèce de projectiles? Telle est la question que les expériences suivantes ont eu pour but d'élucider.

A Montreuil (novembre 1870), une grenade chargée de 200 grammes de poudre de chasse avait donné 12 à 15 éclats. Deux autres, de même calibre, furent placées dans les mêmes conditions; la première, chargée de 165 grammes de dynamite à 25 p. 0/0, donna 200 éclats; la seconde, chargée de 100 grammes de la même dynamite, donna 80 éclats environ.

En Norwége (pendant l'hiver de 1870-71), on produisit l'explosion d'un obus de $0^m,174$, avec 530 grammes de poudre à canon. Le projectile se divisa en quelques gros éclats arrêtés par les parois de l'abri en bois sous lequel se faisait l'expérience.

Un obus semblable fut rempli d'eau, et l'on y mit une cartouche de dynamite du poids de 53 grammes. L'explosion le divisa en plus de 100 morceaux de la grosseur d'une noix, lancés avec une bien plus grande vitesse qu'avec de la poudre. Un autre obus, rempli de 530 grammes de dynamite, fut brisé en une masse de morceaux dont

---

[1] Les premiers essais faits par la Commission de Calais (*Revue d'artillerie*, tome I, page 161) avaient également donné des résultats peu satisfaisants; mais dans des expériences plus récentes, il ne s'est produit aucun éclatement par le choc au départ. Les projectiles employés étaient chargés de dynamite Ibos, (*Revue d'artillerie*, tome II, page 168). L'étude de cette question se poursuit actuellement.

L'absorbant, employé par M. Ibos, pour la fabrication de sa dynamite, est un minéral particulier (silice gélatineuse) dont on trouve des gisements dans le Puy-de-Dôme et auquel les minéralogistes ont donné le nom de Randanite.

le plus gros était plus petit qu'une lentille. L'ébranlement détruisit en partie l'abri sous lequel s'était faite l'explosion. La dynamite employée était à 73 p. 0/0.

A Lyon, au Grand-Camp (mars 1871), un obus de 7 cloisonné, sans enveloppe de plomb, pesant $5^{k},250$, fut rempli de terre humide bien tassée, et avec un mandrin cylindrique en bois, on pratiqua dans l'axe, jusqu'au fond, un logement cylindrique de $0^{m},022$ de diamètre; on y glissa une cartouche de papier enroulé contenant 125 grammes de dynamite rouge (66 à 68 p. 0/0), et occupant toute la longueur du trou. L'obus fut placé debout dans une fosse tronconique de $0^{m},90$ de profondeur, 1 mètre de diamètre dans le haut, et $0^{m},65$ dans le fond, creusée dans la terre végétale exempte de pierres. La fusée, sans porte-amorce et sans percuteur, fut vissée dans l'œil du projectile, et avec une baguette on pratiqua dans la dynamite, par le canal de la fusée, un logement pour la capsule que l'on introduisit, munie de sa mèche. Celle-ci arrivait jusqu'au haut de la fosse où elle était fixée par un crochet. L'obus était enveloppé d'une botte de paille dont les débris entraînés devaient faciliter la recherche des éclats, et le trou était recouvert de fascines.

On donna le feu, mais on eut un raté dû à ce que le contact n'était pas assez immédiat entre la capsule et la dynamite. Après avoir remédié à cet inconvénient, en ajoutant dans le haut de l'obus 25 grammes de dynamite en plus, l'éclatement eut lieu sans que les fascines fussent déplacées. On constata que la pénétration dans la terre des parois n'avait guère dépassé $0^{m},15$. On recueillit 184 éclats, dont 73 de moins de 10 grammes, 91 de 10 à 50 grammes, et 16 de 50 à 100 grammes.

On fit des expériences comparatives avec la poudre ordinaire et l'on reconnut qu'un obus cloisonné, sans enveloppe de plomb, contenant 380 grammes de poudre à mousquet, donne un éclat de moins de 10 grammes, 3 de

50 à 100 grammes, et 10 de 100 à 200 grammes, sur 20 éclats recueillis.

Un obus lisse, à enveloppe de plomb, pesant $6^k,105$, et contenant de même 380 grammes de poudre à mousquet, donna, sur 42 éclats retrouvés, 3 morceaux de moins de 10 grammes, 10 de 10 à 50 grammes, 10 de 50 à 100 grammes, et 11 de 100 à 200 grammes. Les éclats qui avaient le plus pénétré étaient entrés de $0^m,25$ dans la terre.

Les expériences ci-dessus paraissent peu favorables à la dynamite, et l'emploi de cette poudre, qui morcelle trop le projectile, semble peu avantageux [1].

E. Bombard, *capitaine d'artillerie.*

(A suivre.)

---

[1] Les expériences actuellement en cours d'exécution à Bourges paraissent devoir donner, quant au nombre et à la grosseur des éclats, des résultats beaucoup plus favorables à l'emploi de la dynamite pour le chargement des projectiles creux.

NOTE

RELATIVE AUX EXPÉRIENCES EXÉCUTÉES PAR LA COMMISSION DE BOURGES SUR DEUX CANONS DE 84mm SE CHARGEANT PAR LA CULASSE, DU MODÈLE ADOPTÉ EN SUISSE.

Toujours attentive aux progrès de l'artillerie, la Confédération suisse avait adopté, après la campagne d'Italie de 1859, un canon de campagne rayé connu sous le nom de son inventeur, le colonel Muller: cette bouche à feu fondée sur les principes du canon de 4 français, ne le cédait en rien aux meilleurs canons se chargeant par la bouche, employés alors par les diverses puissances.

Dès le 19 juillet 1866, au lendemain de Sadowa, la haute Assemblée fédérale avait décidé l'achat de 11 batries de 10c en acier fondu, à chargement par la culasse, et la transformation en canons rayés de 12, se chargeant aussi par la culasse, des canons lisses de 12 de campagne et de position qui existaient encore dans l'approvisionnement.

Les résultats obtenus avec ce nouveau système (fermeture à coin unique et anneau Broadwell) parurent tellement satisfaisants qu'un arrêté fédéral du 27 juillet 1869 prescrivit d'appliquer la même modification aux pièces lisses en bronze de 8 livres et aux obusiers courts en bronze de 24 livres.

Le matériel suisse était donc en cours de transformation lorsqu'éclata la guerre entre la France et la Prusse. Les événements confirmèrent l'artillerie fédérale dans la voie où elle était déjà engagée; elle renonça au canon Muller, et adopta définitivement un canon de 84mm en bronze, se chargeant par la culasse. Une somme de 2,707,900 francs fut affectée à cette opération, qui devait

fournir à la Confédération 50 batteries de campagne, dont 12 de 10c et 38 de 84mm (1).

Une section de ce nouveau matériel fut cédée au gouvernement français, et expédiée à Bourges; mais, à son arrivée en France, elle fut dirigée sur Trouville, où les deux canons furent tirés en présence du Président de la République, au mois d'août 1872.

Chacune des 2 pièces tira 32 coups dans ces expériences sommaires. On se rappelle l'intérêt qu'elles excitèrent à cette époque et l'impression favorable qu'elles laissèrent dans le public. De là elles furent envoyées à Bourges pour y être étudiées en détail par la Commission.

Nous allons présenter succinctement les résultats de ses travaux.

I. DESCRIPTION DU MATÉRIEL.

La description de la bouche à feu et du système de fermeture ayant été donnée antérieurement par la *Revue d'artillerie* (2), nous ne la reproduirons pas ici.

Affût (3). — Le corps d'affût se compose de deux flasques prolongés d'une seule pièce en tôle découpée, rivée sur cornières intérieures ; ces flasques sont parallèles à hauteur de la tête d'affût, et commencent à converger vers la crosse un peu en arrière de l'essieu. Ils sont entretoisés : 1° par une entretoise de tête, plaque de tôle courbe rivée sur les cornières courbes de la tête d'affût; 2° par une entretoise du milieu, au point où les deux flasques perdent leur parallélisme ; 3° par les parois et le fond du coffret d'affût, formant entretoise de flèche ; 4° par la garniture de crosse; 5° enfin, accessoirement, par l'essieu, par la traverse du système de pointage et par les boulons d'assemblage des poignées de crosse.

---

(1) Décision du Conseil fédéral du 21 juin 1871, et message fédéral du 5 juillet de la même année.

(2) Tome Ier, octobre 1872, page 72, et tome IIe, juin 1873, page 177.

(3) Pour l'intelligence de cette description, consulter la planche VII du tome II (juin 1873), où se trouve représenté l'affût de 10c, dont les formes générales sont peu différentes de celles de l'affût de 8c.

La garniture de crosse, en tôle rivée sur les cornières, part du coffret d'affût, règne sur toute la longueur du dessus de la flèche, se prolonge par le bout de crosse, l'anneau de crosse-lunette, et se recourbe autour du bec pour finir un peu au delà du point d'appui sur le sol.

L'essieu est en acier fondu, le corps cylindrique, maintenu par des bandes de garniture rivées sur les cornières du dessous de la tête des flasques, et par des étriers fixés au moyen de boulons à double écrou.

La fusée d'essieu porte à l'extrémité une rondelle garnie d'un crochet à palonnier.

L'essieu est muni d'un dispositif particulier destiné à transporter deux servants avec l'affût. A cet effet il est garni, de part et d'autre des flasques, d'une bague fixée par des boulons, sur laquelle est rivée, du côté de la crosse, une douille verticale pour placer un levier de pointage. Chaque bague porte en outre, sur sa face intérieure, un boulon auquel s'articule le support d'un marchepied mobile en tôle qui règne transversalement au-dessous de la volée, et sur lequel deux servants peuvent se tenir debout en s'arc-boutant avec les mains aux leviers placés verticalement dans les douilles.

L'appareil de pointage est décrit dans un numéro précédent de la *Revue d'artillerie* (1). La transmission du mouvement s'opère comme il suit : la manivelle fait tourner le pignon qui commande la roue d'angle portant à son intérieur l'écrou de la vis de pointage. Cet écrou tournant sans monter, la vis de pointage, qui du reste est maintenue par l'articulation de la fourchette, monte ou descend sans tourner, en basculant autour des points d'articulation de la fourchette avec les flasques. Ces points d'articulation sont déterminés de manière que, pour la position horizontale du canon, et pour l'inclinaison correspondant au plus grand angle de tir, l'axe de la vis de pointage soit normal au pan coupé inférieur de la culasse.

(1) Voir tome II, juin 1873, page 185.

Une gaîne en cuir enveloppe la partie inférieure de la vis et la protége contre la boue et la poussière.

Les ferrures de l'affût et leur disposition diffèrent peu des modèles ordinaires. Il faut signaler pourtant un anneau à glace, porté par un crochet fixé au flasque gauche, près de l'essieu. Cet anneau, de forme carrée et muni de crampons, est destiné à emboîter le sabot d'enrayage quand la voiture doit rouler sur un sol glacé.

Les roues, en bois, sont analogues aux roues françaises. La boîte de roue est en fonte et non en bronze.

Avant-train. — Le corps de l'avant-train se compose de deux armons et d'un brancard du milieu, réunis, à l'avant par une volée, à l'arrière par le corps d'essieu. Les armons et la volée sont en fer à cornières, le brancard du milieu en fer à T. La volée est reliée aux armons et au brancard par des équerres rivées; l'essieu, à section carrée, est assemblé aux armons par des supports-étriers rivés, et au brancard par un étrier porte-crochet-cheville-ouvrière.

Dans le timon, l'anneau à pattes est remplacé par une ferrure portant les chaînes d'attelage. Au lieu de branches de support, ce timon est muni d'un support de timon en bois, qui s'accroche par les courroies des deux bouts aux attèles des colliers des chevaux. Deux palonniers mobiles sont fixés aux deux extrémités de la volée.

Coffre à munitions. — Les parois du coffre sont des planches de sapin encadrées de chêne, et doublées extérieurement d'une feuille de tôle; elles sont assemblées par des équerres d'angle. Une tringle en fer rond recourbée sert de poignées sur les côtés et de dossier par derrière.

Les faces latérales portent d'un côté une pioche, de l'autre une pelle carrée.

Le coffre est fixé sur le corps de l'avant-train, à l'avant par deux tenons en fer s'engageant dans des encastrements fixés aux armons; à l'arrière, par deux petits boulons.

Deux séparations parallèles au timon divisent le coffre en trois compartiments. Les deux extrêmes, ceux de droite

et de gauche, destinés aux projectiles, sont égaux. Celui du milieu est plus grand.

Chacune des deux cases à projectiles est partagée en quatre subdivisions par une cloison mobile parallèle au timon et par un double fond également mobile. Chaque subdivision renferme 5 projectiles; chaque coffre en contient donc 40. Les projectiles sont isolés et maintenus par des liteaux verticaux à section prismatique. Ils sont placés dans des tire-obus formés de deux bandes de toile se croisant sur le culot et portant à l'extrémité supérieure deux éclisses en boisselerie pour caler l'obus dans son logement.

La grande case du milieu se subdivise en deux parties par une cloison perpendiculaire au timon. La plus grande, voisine de la charnière, constitue la caisse à poudre; la plus petite, du côté de l'ouverture, contient une planchette porte-anneau et porte-plaque de rechange, la hausse, la boîte en fer qui renferme les étoupilles, etc.

Obus. — L'obus a $205^{mm},5$ de longueur, dont 73^{mm} pour la partie ogivale. La partie cylindrique est revêtue d'une chemise de plomb soudée chimiquement (1).

L'épaisseur des parois de l'obus est de 13^{mm} à la partie cylindrique, de 25^{mm} à la tête, de 8^{mm} au centre du culot et de 24^{mm} au pourtour du culot.

La chemise de plomb a trois évidements circulaires : les deux extrêmes sont destinés à recevoir un enroulement de ficelle de $1^{mm},7$ de diamètre. Cette ficelle, fortement serrée et graissée, enduite quelquefois de plombagine en poudre, a pour but de nettoyer les rayures à chaque coup, et de retarder leur emplombage.

Le vide intérieur de l'obus est un prisme octogonal, terminé en haut et en bas par une pyramide. Les arètes de ce prisme et de ces pyramides sont évidées de manière

(1) La pose de la chemise de plomb s'opère de la manière suivante :
Le projectile, légèrement chauffé, est placé dans un bain de chlorhydrate d'ammoniaque où l'on a jeté des copeaux de zinc. Après ce décapage, il est plongé dans un alliage en fusion de zinc et d'étain. On le porte ensuite dans un moule où s'opère le coulage du plomb. La chemise est enfin soumise à un tournage qui lui donne la forme et le calibre voulus.

à former, avec trois rainures circulaires, un système de fragmentation méthodique. Si toutes ces lignes de rupture fonctionnaient, elles donneraient en tout 37 éclats, y compris la fusée.

Le centre de gravité de l'obus lesté au poids réglementaire est à $92^{mm},1$ de la tranche postérieure du culot, par conséquent plus près du culot que de la pointe.

Poids moyen de l'obus vide.	$5^{k},205$
Id. de la fusée.	0 ,097
Id. de la charge intérieure.	0 ,298
Poids de l'obus chargé	$5^{k},600$ (1).

Tableau des dimensions, poids, et données diverses.

BOUCHE A FEU.		Calibre (diamètre entre les cloisons)	84^{mm}	
		Longueur totale	2000^{mm}	
		Longueur de l'âme	1860^{mm}	$22^{cal},1$
		Longueur de la partie rayée	1535^{mm}	
	RAYURES.	Nombre	12	
		Profondeur	$1^{mm},5$	
		Largeur — à la bouche	14^{mm}	
		Largeur — à la chambre	18^{mm}	
		Pas — sur le flanc de tir	3300^{mm}	4°34′
		Pas — sur le flanc de chargement	3410	4°25′
		Poids total avec la fermeture	433^{k}	
		Prépondérance	40^{k}	
AFFUT ET AVANT-TRAIN.		Hauteur de l'axe des tourillons au-dessus du sol	1115^{mm}	
		Angle de la crosse avec le sol	22°	
		Angle maximum de pointage	+19°	
		Angle minimum de pointage	— 6°	
		Diamètre de la roue	1440^{mm}	
		Poids de la roue	81^{k}	
		Poids de l'affût avec roues et équipement	502^{k}	
		Pression de la crosse sur le sol	78^{k}	
		Longueur totale de l'affût	2430	
		Poids de l'avant-train non chargé	454^{k}	
		Voie	1365^{mm}	
		Rayon du tournant minimum	1550^{mm}	

(1) Le nouveau matériel de campagne suisse comporte en outre des shrapnels et des boîtes à mitraille, ainsi qu'une fusée à temps. — Il ne s'en trouve pas dans la section cédée au gouvernement français.

La description du shrapnel et de la boîte à mitraille a été donnée tome Ier, octobre 1872, page 80.

II. COMPARAISON DE LA POUDRE SUISSE ET DE LA POUDRE FRANÇAISE.

La Confédération suisse fabrique 10 espèces de poudres, désignées comme suit :

N° 1.	Poudres de chasse.
N° 2.	
N° 3.	Armes à feu portatives (usage particulier).
N° 4.	Id. (service militaire).
N° 5.	Bouches à feu.
N° 6.	Poudres de mine.
N° 7.	
N° 8.	
N° 9.	
N° 10.	

La fabrication a lieu dans cinq poudreries, dirigées chacune par un intendant.

Les expériences comparatives ont porté sur des poudres de guerre fabriquées au Ripault en 1872, et sur des poudres suisses n° 5.

Propriétés physiques. — La poudre française a des grains de formes et de dimensions irrégulières, avec arêtes assez vives. Son aspect est terne et d'un gris légèrement bleuâtre. Elle laisse des traces notables de poussier, surtout après un transport prolongé.

La poudre suisse n° 5 a des grains plus petits et plus réguliers. Leur forme générale est plus arrondie, leurs arêtes sont moins vives. Leur surface est polie, brillante et d'un noir franc. L'apparence de cette poudre rappelle beaucoup, sauf pour la grosseur et la forme des grains, celle de notre poudre B du Bouchet pour la cartouche du fusil modèle 1866. Même après de longs transports, elle ne laisse aucune trace visible de poussier.

Le poids spécifique de la poudre française est de 1,530 à 1,570. — Celui de la poudre suisse et de 1,720 au minimum. — Cette dernière est donc notablement plus dense que la nôtre.

La densité gravimétrique de la poudre française soumise aux expériences a été trouvée égale à 0,867 ; celle de la poudre suisse à 0,990.

On a mesuré en même temps la densité gravimétrique de la poudre anglaise R. L. G, qui a été trouvée égale à 1,010. Sous ce point de vue, la poudre suisse est donc intermédiaire entre la poudre française et la poudre R. L. G.

Dosage. — Le dosage actuellement usité en Suisse est le suivant :

Salpêtre,	77,5
Charbon,	13,5
Soufre,	9,0
	100,0

La proportion relativement faible du soufre rapproche la poudre suisse des poudres anglaise, prussienne, russe, suédoise, etc.

Fabrication. — Jusqu'à ces derniers temps, les procédés de fabrication employés pour la poudre suisse ne différaient pas sensiblement de ceux qui sont usités en France pour la confection des poudres de guerre ordinaires.

Les trois composants étaient placés sous les pilons pour y être mélangés, triturés et condensés. Après un battage de vingt-quatre heures, le gâteau sortant des pilons subissait l'opération du grenage et, successivement, l'époussetage, le lissage à l'humide, le séchage, le lissage à sec, et enfin l'égalisage.

D'importantes améliorations ont été apportées récemment à ce mode de fabrication. Le battage aux pilons, au lieu d'être, comme autrefois, l'opération fondamentale, n'est plus qu'une phase accessoire de la confection de la galette définitive.

La préparation de la masse à galeter comporte trois opérations, autrefois confondues en une seule dans le travail des pilons, et aujourd'hui complétement distinctes, savoir :

1° La pulvérisation des composants;

2° Leur mélange;

3° Leur trituration.

Les matières premières sont broyées séparément dans des tonnes (appelées tonnes primaires) puis blutées au tamis de soie.

Leur mélange s'effectue de la manière suivante :

Le salpêtre et une partie de charbon sont placés dans la tonne première binaire; le soufre et le reste du charbon dans la tonne deuxième binaire. Chacune de ces deux tonnes renferme 100 kil. de matière et 100 kil. de gobilles en bronze.

Le mélange sortant de ces deux tonnes est placé dans la tonne ternaire, qui renferme 200 kil. de mélange et 200 kil. de gobilles en bois.

Quand le mélange ternaire est suffisamment intime, il est porté sous les pilons pour y être trituré. On procède ensuite à l'importante opération du galetage. Elle s'exécute en Suisse au moyen de presses pouvant exercer une pression de 100 kil. par centimètre carré de surface (1).

Des améliorations du même ordre ont dû être introduites dans le lissage, à en juger par l'aspect de la poudre suisse.

Épreuve au mortier-éprouvette. La portée moyenne obtenue pour la poudre française a été. 238m,63

La portée moyenne obtenue pour la poudre suisse a été. 201m,43

Ce résultat indique que la poudre suisse brûle plus lentement que la nôtre.

Remarquons que, dans cette épreuve, la poudre française se tient dans la limite réglementaire. Il n'en est pas de même de la poudre suisse, qui devrait, d'après l'*Aide-mémoire* de l'artillerie fédérale, donner au moins une portée de 219m.

(1) En Prusse, la confection de la masse à galeter se fait sans trituration préalable. Le mélange ternaire passe de suite au laminoir sans être soumis aux pilons ni aux meules.

Ainsi les poudres suisses que la Commission a expérimentées donnent à l'éprouvette une portée inférieure de $17^{m},57$ à la portée minimum des poudres normales n° 5.

Tir méthodique. — Comme on vient de le voir, la poudre suisse a une densité notablement plus grande que la poudre française, et un lissage beaucoup plus parfait, ce qui permet d'admettre qu'elle a des effets plus réguliers et une combustion plus lente. Afin de caractériser encore plus nettement les différences des deux espèces de poudres, on les a soumises à un tir méthodique consistant à rechercher les vitesses initiales imprimées par diverses charges des deux poudres dans trois bouches à feu du même calibre et de longueur d'âme différentes.

N'ayant pas à sa disposition un canon à âme longue susceptible d'être tronçonné, la Commission résolut d'employer à ce tir un canon de 12 de campagne, un canon de 12 de siége et un canon de 12 de place, n'ayant tiré qu'un petit nombre de coups et aussi identiques que possible au point de vue des dégradations intérieures.

Les longueurs d'âme de ces trois bouches à feu étaient respectivement :

Canon de 12 de campagne,	$1^{m},800$	ou $14^{cal},87$
Canon de 12 de siége,	$2^{m},000$	ou $16^{cal},52$
Canon de 12 de place,	$3^{m},864$	ou $23^{cal},66$

On adopta 6 charges différentes, représentant les charges de guerre réglementaires pour le tir de plein fouet ou pour le tir plongeant, savoir :

Charge de	$0^{k},550$
Id.	0 ,696
Id.	0 ,816
Id.	1 ,000
Id.	1 ,200
Id.	1 ,400

Les vitesses à 35 mètres de la bouche furent mesurées au moyen des appareils Navez-Leurs et Le Boulengé, fonctionnant simultanément. On put établir ainsi deux ta-

bleaux ou deux séries de courbes ayant pour ordonnées les vitesses obtenues et pour abscisses, soit les charges, soit les longueurs d'âme.

On en déduisit les conclusions suivantes :

1° Quand on tire à faible charge, la poudre française donne des vitesses plus grandes que la poudre suisse (fait déjà signalé par le mortier-éprouvette); mais si on augmente progressivement la charge, la poudre suisse finit par dépasser la poudre française, et le moment où cette interversion se produit est d'autant plus éloigné que l'âme est plus longue;

2° Pour les deux poudres, le maximum de vitesse correspondant à une charge donnée est obtenu avant d'arriver à la longueur d'âme maximum employée (celle du 12 rayé de place);

3° La poudre suisse diffère très-peu de la poudre française au point de vue des propriétés progressives, quoiqu'elle ait sous ce rapport une légère supériorité.

L'écart moyen des vitesses fournies par les deux appareils électro-balistiques étant constamment plus faible pour la poudre suisse que pour la poudre française, on est amené à reconnaître que la poudre suisse a des effets plus réguliers; ce résultat doit sans doute être attribué en partie à la perfection du lissage de cette poudre.

Tir dans le canon suisse. — Après le tir méthodique qu'on vient d'exposer, on a tiré, dans le canon suisse lui-même, la poudre suisse, la poudre française et la poudre anglaise R. L. G.

On a mesuré les vitesses imprimées par les charges de :

$0^k,520$
$0^k,840$
$0^k,900$

Le tableau des vitesses ainsi obtenues, ainsi que les courbes qui en sont la traduction, montre que la poudre suisse donne des vitesses comprises entre celles de la

poudre française et celles de la poudre R. L. G., tout en se rapprochant davantage de la première.

La visite à l'étoile mobile du canon employé dans cette partie des épreuves a signalé dans la chambre un accroissement de diamètre bien supérieur à celui qui était résulté du tir balistique exécuté avec la poudre suisse exclusivement. Il semble naturel d'attribuer à la poudre française ce rapide accroissement du diamètre de la chambre. Celle-ci serait donc notablement plus brisante que la poudre suisse.

Cette déduction est confirmée par les expériences sur l'éclatement de divers projectiles chargés avec l'une et l'autre poudre, et aussi par les courbes des forces motrices déduites des courbes ayant pour ordonnées les vitesses et pour abscisses les longueurs d'âme [1].

De l'ensemble de tous ces faits la Commission conclut ainsi, en ce qui concerne les deux sortes de poudres expérimentées :

La poudre suisse a une densité plus grande que la poudre française, et un lissage beaucoup plus parfait. Elle a des effets plus réguliers, une combustion moins vive et un peu moins de force brisante. On peut l'admettre dans la catégorie des poudres lentes, mais elle ne manifeste que très-faiblement la propriété progressive. Pour l'ensemble de ses qualités, elle se place entre la poudre française et la poudre anglaise R. L. G., mais en se rapprochant plus de la première.

III. EXPÉRIENCES DE TIR.

Mesure de la vitesse initiale. — La vitesse de l'obus suisse, lesté au poids de $5^k,600$, tiré à la charge réglementaire de $0^k,840$, a été mesurée à 35 mètres de la bouche, au commencement, au milieu et à la fin des épreuves de tir, au moyen

[1] Les courbes des forces motrices ont été construites au moyen de la sous-normale, comme l'indique M. le commandant Pothier dans sa brochure sur la balistique intérieure.

des deux appareils Navez-Leurs et Le Boulengé, fonctionnant concurremment. On en a conclu 381m pour cette vitesse.

De cette valeur on a déduit ultérieurement celle de la vitesse initiale, quand le coefficient balistique a été calculé.

On a trouvé ainsi 386m pour cette vitesse initiale.

Ce chiffre diffère notablement de celui que donnent les tables de tir provisoires de l'artillerie fédérale (400m), et même de celui indiqué dans les documents parvenus à la connaissance du comité (396m).

Préoccupée de cet écart, la Commission a cherché à s'en rendre compte. Venait-il de ce qu'on avait employé des sachets moyennement tassés, au lieu de sachets fortement tassés, comme ceux l'artillerie suisse, ou des transports que les poudres expédiées avaient subis pour aller de Genève à Trouville et de Trouville à Bourges?

La vitesse fournie par des sachets fortement tassés ayant été trouvée inférieure de 3m,4 à celle fournie par les sachets moyennement tassés, il n'y avait pas lieu d'attribuer à la différence du tassement la divergence des valeurs de V_0. Mais on a constaté que le transport dans les caissons, pendant dix routes de 24 kilomètres chacune, avait amené dans les charges une déperdition de vitesse de 7 mètres environ. On peut donc admettre que les trajets exécutés en chemin de fer ont diminué dans une certaine mesure la valeur de la vitesse initiale.

D'autres raisons se joignent à la précédente pour expliquer l'infériorité de vitesse constatée par la Commission. Les améliorations introduites tout récemment en Suisse dans la fabrication des poudres n'ont pu donner encore, dans les diverses poudreries, des produits parfaitement identiques, et l'artillerie fédérale s'occupe en ce moment de régulariser cette branche du service. Enfin le canon expérimenté à Bourges diffère un peu, par ses dimensions, du type établi par M. le colonel Bleuler; dans ce dernier, la partie rayée de l'âme avait 80mm de longueur en plus.

Ces motifs réunis suffisent pour expliquer une réduction d'une dizaine de mètres dans la vitesse initiale.

Mesure de l'angle de relèvement et de l'angle d'écart initial. — On a mesuré l'angle de relèvement au moyen du tir à l'écran, d'après une méthode analogue à celle employée autrefois par la Commission du camp de Châlons. La possibilité de marquer directement sur l'écran la trace du prolongement de l'axe de l'âme, en enlevant la plaque mobile du coin de fermeture, a permis de simplifier ce procédé, tout en augmentant sa précision. On a obtenu ainsi : pour l'angle de relèvement 0°17'60" ; pour l'angle d'écart initial 0°4'30"

Tirs balistiques. — *Tables de tir.* — Les épreuves de tir qui ont eu lieu sous les angles de 8°, 10°, 12°, 14°, 16°, 17°48' et 20°, ont donné une série d'observations numériques suffisantes pour établir les tables de tir complètes, de 100 en 100 mètres, comprenant toute l'échelle des portées, depuis 500 mètres jusqu'à 5000 mètres.

Pour compenser les divers résultats fournis par l'expérience, on s'est servi, en général, des formules dont fait usage la Commission de Gâvres. On a employé dans plusieurs cas la compensation graphique pour corroborer les calculs, et on a pris quelquefois pour guide les courbes fournies par les tables de tir provisoires de l'artillerie suisse.

La graduation de la hausse suisse étant faite en millièmes de la ligne de mire, il suffit de prendre dans une table des tangentes naturelles la valeur en millièmes des tangentes des divers angles de tir, pour obtenir la hausse correspondant à chacun de ces angles.

On n'a pu parvenir à déterminer la loi de la dérivation, malgré un tir affecté spécialement à cet objet ; on a dû se borner, faute d'observations directes méritant une confiance absolue, à adopter le rapport admis par l'artillerie fédérale entre les abaissements et les dérivations (1/18.)

Les vitesses restantes horizontales ont été déduites de la courbe des durées des trajets par un procédé graphique.

Les écarts moyens en portée, en direction et en hauteur, ont été calculés, ainsi que les dimensions des rectangles circonscrits, les zones dangereuses et les probabilités d'atteindre un front de troupes.

Tableau des éléments du tir du canon suisse de 84mm se chargeant par la culasse.

PORTÉE.	ANGLES de départ.	ANGLES DE CHUTE.	DÉRIVATIONS.	HAUSSES.	DÉRIVES.	DURÉE des trajets.	VITESSES restantes		ÉCARTS MOYENS en portée.	ÉCARTS MOYENS en direction.	ÉCARTS MOYENS en hauteur.	RECTANGLES circonscrits.		ZONES dangereuses.		NOMBRE DE COUPS sur 4 000 atteignant une cible de 2m de hauteur et de 10m guour indéfinie.
							tangentielles.	horizontales.				Longueur.	Largeur.	Infanterie.	Cavalerie.	
mét.	deg.	deg.	mét.			sec.	m.	m.	mét.	mét.	mét.	mét.	m.	m.	mét.	
500	1°5′	1°10′	0,52	18	1	1″5	338	338	5,1	0,57	0,10	30,7	3,4	83,3	122,5	
600	1°20′	1°30′	0,87	23	1	2″	328	328	6,3	0,69	0,18	37,8	4,1	68,7	101,5	
800	1°50′	2°05′	1,57	33	1	3″	308	308	8,7	0,93	0,36	52,0	5,6	50,2	72,2	
1000	2°20′	2°45′	2,26	41	2	3″9	289	289	11,0	1,18	0,58	66,2	7,1	37,5	52,1	862
1200	2°55′	3°35′	3,54	51	3	4″3	276	276	13,8	1,48	0,93	83,1	8,9	29,2	41,0	669
1400	3°30′	4°30′	4,86	62	3	4″7	264	265	16,7	1,78	1,35	100,1	10,7	23,9	32,6	477
1600	4°10′	5°25′	6,67	75	4	5″2	253	252	19,8	2,11	1,94	118,7	12,7	19,1	26,3	341
1800	4°55′	6°30′	8,85	86	5	6″	240	241	23,2	2,47	2,71	139,2	14,9	15,8	22,0	262
2000	5°40′	7°30′	11,02	100	6	6″9	229	231	26,6	2,85	3,50	159,7	17,1	13,6	18,2	182
2200	6°30′	8°50′	14,16	113	6	7″7	220	222	30,4	3,27	4,86	182,7	19,6	11,8	16,1	147
2400	7°20′	10°15′	17,30	128	7	8″5	210	215	34,3	3,69	6,27	205,7	22,1	9,9	14,1	111
2600	8°15′	11°35′	21,08	144	8	9″5	201	210	38,4	4,14	8,02	230,3	24,8	9,0	12,5	85
2800	9°10′	13°	25,46	160	9	10″5	193	203	42,7	4,62	10,10	256,4	27,7	7,8	11,0	69
3000	10°10′	14°25′	29,87	178	10	11″6	187	193	47,1	5,10	12,20	282,5	30,6	7,0	9,7	53
3200	11°15′	16°05′	35,51	198	11	12″6	178	187	51,6	5,60	15,16	309,5	33,7	6,4	8,6	45
3400	12°20′	17°50′	41,15	219	12	13″8	170	181	56,1	6,12	18,12	336,5	36,7	5,7	7,8	37
3600	13°25′	19°40′	47,94	239	13	15″1	163	175	61,0	6,69	21,85	366,1	40,2	5,2	7,0	31
3800	14°45′	21°45′	55,82	262	15	16″5	157	170	66,4	7,39	26,36	398,5	43,9	4,8	6,3	26
4000	16°	23°30′	63,71	286	16	17″9	151	165	71,8	8,02	30,88	430,8	47,8	4,5	5,6	22
4200	17°25′	25°40′	73,81	313	18	19″5	143	161	77,3	8,42	37,36	463,8	50,5	4,0	4,9	18
4400	18°50′	27°45′	83,91	339	20	20″7	137	157	82,9	8,88	43,85	506,9	53,3	3,4	4,6	15
4600	20°30′	30°35′	95,55	370	22	22″4	130	153	88,6	9,65	51,82	531,9	57,9	3,0	4,3	13
4800	22°15′	33°35′	109,07	407	24	24″1	124	149	94,8	10,71	61,26	568,9	64,3	2,7	3,9	11
5000	24°05′	35°05′	124,16	445	26	25″9	118	145	101,0	11,79	70,70	605,8	70,7	2,5	3,5	9

Nous allons réunir ci-dessous les divers éléments du tir du canon suisse de 84mm en regard de ceux trouvés pour les canons français de 4, les canons anglais de 9liv. de Woolwich, en bronze et en acier, et les canons Vavasseur, à rayures et à côtes saillantes. Nous formerons à cet effet deux tableaux permettant de comparer : l'un, l'étendue

des portées et la tension des trajectoires; l'autre la justesse du tir.

Tableaux comparatifs.

	PORTÉE.	4 Français.	WOOLWICH en bronze.	WOOLWICH en acier.	VAVASSEUR à rayures.	VAVASSEUR à côtes.	SUISSE de 84mm.
ANGLES DE DÉPART.	2000	7°44′	4°58′	4°54′	5°35′	4°25′	5°40′
	2500	11°2′	6°59′	6°54′	7°43′	6°20′	7°45′
	3000	15°	9°16′	9°10′	10°3′	8°30′	10°10′
	3500	20°14′	11°53′	11°46′	12°43′	10°54′	12°45′
	4000	»	15°	14°52′	15°53′	13°50′	16°
	4500	»	18°33′	18°24′	19°35′	17°15′	19°35′
ANGLES DE CHUTE.	2000	11°12′	7°20′	7°14′	7°38′	6°3′	7°30′
	2500	16°36′	10°29′	10°22′	10°49′	8°53′	10°55′
	3000	23°17′	13°8′	13°	14°23′	12°11′	14°25′
	3500	31°48′	18°19′	18°9′	18°28′	15°52′	18°40′
	4000	»	23°1′	23°12′	23°15′	20°20′	23°30′
	4500	»	28°34′	28°22′	28°40′	25°26′	28°50′
ÉCARTS MOYENS EN PORTÉE.	2000	33,8	14,2	14,1	46	23,3	26,6
	2500	47,3	19,6	19,4	64	33,3	36,2
	3000	62,6	25,5	25,2	83,5	44,4	47,1
	3500	81,0	32,1	31,8	107,0	56,4	58,3
	4000	»	39,6	39,3	156,0	70,6	71,8
	4500	»	47,6	47,3	220,0	86,1	85,6
ÉCARTS MOYENS EN DIRECTION.	2000	5,40	3,41	3,37	3,55	1,69	2,85
	2500	7,62	4,71	4,66	5,00	2,43	3,90
	3000	10,27	6,17	6,11	6,80	3,25	5,10
	3500	13,68	7,84	7,77	9,80	4,16	6,38
	4000	»	9,80	9,72	14,20	5,26	7,96
	4500	»	12,00	11,91	20,20	6,52	11,79
ÉCARTS MOYENS EN HAUTEUR.	2000	6,69	1,83	1,79	6,16	2,47	3,50
	2500	14,10	3,65	3,55	12,23	5,20	6,98
	3000	26,94	6,45	6,28	21,42	9,58	12,20
	3500	50,22	10,67	10,43	35,73	16,04	19,60
	4000	»	17,00	16,69	67,03	26,18	30,88
	4500	»	25,92	25,54	120,20	40,95	47,10
NOMBRE DE COUPS SUR 1000 atteignant une cible de 2m de hauteur et de largeur indéfinie.	2000	97	331	338	105	252	182
	2500	47	174	179	54	124	93
	3000	25	101	103	31	68	53
	3500	13	61	63	19	41	34
	4000	»	39	39	10	25	22
	4500	»	26	26	6	16	14

L'examen des tableaux qui précèdent met en évidence les faits suivants :

Au point de vue de la portée et de la tension de la trajectoire, le canon français de 4 est de beaucoup inférieur à tous les autres, et le canon Vavasseur à côtes a la supériorité. Le canon suisse est presque identique au canon Vavasseur à rayures. Le canon de 9liv. de Woolwich se place entre le canon suisse et le canon Vavasseur à côtes.

On a construit, au moyen des abaissements, les trajectoires approximatives de ces diverses bouches à feu, pour l'angle de départ de 15°. La pl. XII, où figurent ces tracés rend plus frappantes les conclusions qui précèdent.

Sous le rapport de la justesse, les canons que l'on compare ici se placent dans l'ordre suivant :

Canon de 9liv. de Woolwich,
Canon Vavasseur à côtes,
Canon suisse de 84mm,
Canon Vavasseur à rayures,
Canon français de 4.

IV. OBSERVATIONS DIVERSES.

Système de fermeture et d'obturation. — Le système de fermeture de la culasse (coin unique avec anneau Broadwell en acier) a justifié l'opinion favorable qu'il s'est acquise dans l'artillerie suisse. Il est simple, léger, commode à manœuvrer, et remplit les conditions de solidité, de sécurité, d'obturation, d'entretien relativement facile que l'on doit rechercher dans les bouches à feu se chargeant par la culasse. Mais la moindre négligence dans l'entretien de ces organes compromettrait leur fonctionnement et ferait disparaître toute leur valeur.

La continuité du feu augmente le serrage et l'hermétiticité de l'obturation.

Le serrage est important à régler avant l'exécution du tir : on y parvient aisément par l'addition ou le retrait d'un certain nombre de disques en papier ou en cuivre mince placés sous la plaque d'appui. Les vis à tête noyée qui maintiennent cette plaque sur le corps du verrou ont paru trop faibles et trop sujettes à se briser.

Les coins de fermeture ont très-bien résisté à un tir de 359 coups (pour le canon n° 16) et de 326 coups (pour le canon n° 26). Aucune altération ne s'est produite dans les ajustages : les angles de la mortaise, qui paraissent constituer un point de rupture, ne présentent aucune trace de dégradation.

Effets du tir sur l'âme des canons. — Les deux canons expérimentés à Bourges, en arrivant de Trouville, où ils avaient tiré chacun 32 coups, étaient loin de se trouver dans le même état. Tandis que le canon n° 26 ne présentait, dans l'intérieur de la chambre, qu'un certain nombre de piqûres insignifiantes et pouvait être considéré comme neuf, le canon n° 16 montrait à la partie supérieure gauche de la chambre, un peu en arrière de l'origine des rayures, deux crevasses ou fissures sensiblement parallèles aux génératrices, constituant une détérioration notable, que tout porte à attribuer à un défaut de fabrication.

Après avoir tiré 294 coups, le canon n° 26 n'a subi aucune dégradation grave; il présente seulement, dans la chambre et à l'origine des rayures, un grand nombre de piqûres, isolées et peu profondes.

Le canon n° 16, après 327 coups est, au contraire, très-compromis. Les deux crevasses, signalées au début du tir, se sont étendues dans toutes les dimensions; l'une d'elles a 37^{mm} de longueur sur 4^{mm} de profondeur au minimum; l'autre a 16^{mm} de longueur. Indépendamment de ces crevasses ou affouillements, il s'est formé dans le raccordement conique et à l'origine des rayures et des cloisons, une quinzaine de crevasses moins considérables, dont la plus développée a 6^{mm} de longueur. En outre, dans les rayures et les cloisons, on observe un lacis confus de petites gerçures s'entre-croisant en tous sens.

Mais, sous un autre rapport, c'est le canon n° 26 qui a le plus souffert du tir; la plus grande augmentation du diamètre de l'âme est en effet pour lui de 0,7 de millimètre, tandis qu'elle n'est que de 0,4 pour le canon n° 16.

Dans les deux bouches à feu, les dégradations du canal de lumière sont identiques. Le débouché intérieur de ce canal s'est agrandi de 3mm en diamètre, sur une hauteur de 7mm.

Ainsi, après un nombre sensiblement égal de coups, l'âme du canon n° 26 a subi un gonflement à peu près double de celui de l'âme du canon n° 16; mais le premier est resté en bon état et paraît susceptible de fournir encore un long service; le deuxième, au contraire, présente des crevasses qui compromettent sa solidité et qui amèneraient sans doute rapidement sa fin.

Désemplombage. — Le désemplombage des rayures se fait en Suisse au moyen d'un outil spécial, d'un usage assez délicat, et qui ne doit être manié que par l'ouvrier de batterie.

C'est une sorte de refouloir qu'on introduit dans l'âme par la culasse. Il est garni de trois séries de griffes portées par des ressorts d'acier.

La griffe la plus avancée s'engage dans la rayure : les deux griffes du milieu portent sur les cloisons adjacentes; les deux griffes postérieures sont destinées à nettoyer les arêtes. Le mouvement est guidé par une baguette en bois vissée sous l'instrument et parcourant la rayure diamétralement opposée à celle qu'on veut désemplomber.

A défaut de l'appareil qu'on vient de décrire, la Commission a employé les deux moyens suivants :

1° Une olive en bois, revêtue de toile d'emballage ou de mèche à canon, est introduite à frottement dur, par l'arrière, dans la chambre. Deux ou trois hommes se placent à chaque extrémité de la corde, et tirent l'olive alternativement dans les deux sens. Le plomb déposé sur les rayures est enlevé par la toile ou la mèche à canon, qu'il faut renouveler plusieurs fois ;

2° On fait, avec de la paille ou du foin mouillé, un bouchon fortement serré qu'on introduit dans l'âme par la

culasse avec le refouloir; on place une charge derrière et on fait partir le coup.

Ces deux procédés ont paru suffisants, surtout celui de l'olive.

On peut diminuer l'encrassement des rayures, et par conséquent retarder l'opération du désemplombage, en recouvrant de plombagine en poudre les cercles en ficelle qui entourent les obus. On peut tirer ainsi 150 coups sans nettoyage, au lieu de 100. Mais ce moyen paraît plus applicable aux tirs d'expérience qu'au tir de guerre.

Affût. — Pendant toutes les expériences de tir, l'affût suisse s'est fait remarquer par la solidité de sa construction, le bon agencement de ses parties, la régularité de ses mouvements et la supériorité de son appareil de pointage.

Le poids de la crosse sur le sol est très-réduit (78^{k}), par suite de la position des tourillons ; aussi les servants le manœuvrent sans peine. Dès que la crosse est soulevée, il y a presque équilibre, et le mouvement d'ôter ou d'amener l'avant-train est des plus faciles.

L'affût est très-bien entretoisé : le rivetage est excellent. Tous les accessoires sont traités avec soin et judicieusement.

L'appareil de pointage mérite une mention spéciale à cause de la régularité, de la rapidité et de la facilité de son fonctionnement.

La vis est très-bien protégée par la gaîne en cuir qui l'enveloppe; mais il est nécessaire de fixer cette gaîne par une petite vis de pression.

L'exécution du tir n'a donné lieu à aucun accident susceptible d'être mentionné.

Le dispositif destiné au transport des servants n'a pas paru satisfaisant. Il est fort simple, mais il ne peut remplir son but qu'à une allure lente et sur un terrain non accidenté.

Le recul de l'affût suisse est considérable : il est de 3^{m},50 environ, avec l'angle de 14°, sur un terrain solide et assez

résistant. Mais ce défaut n'est pas inhérent à l'affût suisse seulement, et il paraît nécessaire d'en chercher le remède pour le cas des grandes vitesses initiales dont on poursuit la réalisation.

L'esse métallique articulée dont les fusées d'essieu sont munies exige une précaution particulière dans le tir. Il faut placer la branche mobile du côté de la crosse; sinon, par l'effet de l'inertie, au moment du recul, la lanière est promptement coupée.

Tir de campagne et usage de la hausse. — Le tir de campagne a montré que le canon suisse est d'une exécution facile dans les divers détails du service. La vitesse du tir n'a pas dépassé 5 coups dans 4 minutes, à cause du soin qu'on s'est astreint à donner au pointage.

On sait que, dans le canon suisse, les hausses de la tige verticale et les dérives de la réglette horizontale sont graduées, non en millimètres, mais en millièmes de la ligne de mire. Ce procédé de graduation ne paraît avoir que des avantages théoriques, au point de vue de l'établissement des tables de tir.

Le maniement du curseur de la hausse est peu commode. Les petites vis qui le maintiennent à frottement doux sont difficiles à régler. En ajoutant une petite vis de rappel à cette partie de l'appareil, on en rendrait l'emploi plus commode et plus sûr.

Le procédé de pointage consiste à mettre en coïncidence deux lignes horizontales (l'arête de la visière et le biseau du guidon) avec le but à battre, et à amener la pointe du guidon à la fois sur cette horizontale commune, sur le but à battre et sur la verticale qui passe par le fond du cran de mire. Ce procédé paraît susceptible d'une grande précision et donnerait probablement de bons résultats à la guerre, à cause de la disposition horizontale des lignes de troupes sur lesquelles on doit tirer.

Il faut remarquer que la pointe du guidon ne doit pas être amenée par l'œil au fond du cran de la visière, ce qui

reviendrait à l'emploi de la hausse médiane ordinaire, et enlèverait toute la précision résultant de la superposition des deux arêtes horizontales.

Les pointeurs employés aux expériences ont eu une certaine difficulté à éviter cette confusion. Elle disparaîtrait sans doute après une instruction plus développée, et le pointage de la hausse suisse deviendrait aussi commode, avec un peu d'habitude, que celui de la hausse à croisillon ou à œilleton.

L'emploi simultané de la dérive et de la hausse exigeant la lecture de deux graduations pour un même coup ralentit le tir et complique le pointage. Il semble qu'il y aurait avantage au point de vue du tir de guerre, au lieu de placer la hausse dans un canal vertical, de la loger dans un canal incliné de 1/18 à gauche, en supprimant le curseur mobile et la division de la réglette horizontale.

Obus. — La chemise en plomb des projectiles ne se détache jamais par l'action du tir, et s'use très-régulièrement dans les rayures.

La proportion des coups qui ricochent est de :

70 p. 0/0	sous l'angle de	10°,
55 p. 0/0	id.	12°,
17 p. 0/0	id.	14°.

Sous l'angle de 8°, tous les obus ricochent; à 16°, on peut dire que les ricochets disparaissent.

L'amplitude du premier bond, après le ricochet, est de 800 mètres pour 10°, de 400 mètres pour 12°, et n'a pas dépassé 200 mètres pour 14°.

L'éclatement des obus sous terre fournit seulement 15 éclats.

Dans un puits avec coffrage en bois, le nombre des éclats s'est élevé à 18. En chargeant les projectiles avec la poudre française, on obtient 2 éclats de plus.

La partie ogivale se divise en 3 ou 4 fragments dont les joints sont normaux à la circonférence de l'œil.

Le culot reste intact.

Les lignes de rupture ne fonctionnent pas toutes; elles ne donnent que 10 ou 13 éclats rectangulaires au lieu de 24, comme l'exigerait le système de fragmentation employé.

Ainsi le mode de division systématique de l'obus suisse ne remplit pas suffisamment son but; il faudrait y faire les rainures plus profondes ou employer une poudre plus brisante.

Fusée percutante. — Le maniement de la fusée percutante suisse offre quelques inconvénients :

1° Il faut avoir soin, dans le chargement, d'amener le rebord du dé en cuivre au contact de l'épaulement de l'œil, sous peine d'augmenter les chances d'accident. Quand ce dé a été mis en place, il est presque impossible de l'extirper;

2° Le bouchon porte-amorce ne peut plus être extrait du corps de fusée quand il a passé dans la cavité inférieure; de là une source d'accidents graves;

3° La petite goupille qui maintient le couvercle fileté sur le corps de la fusée est trop faible : elle cède quand on veut dévisser une fusée placée dans l'œil de l'obus. Alors le couvercle se dévisse seul, et le déchargement de l'obus devient presque impossible.

Les expériences de marche ont montré que la fusée suisse offre assez de sécurité dans les transports; mais il est à craindre qu'il n'en soit pas de même pendant le tir.

Il y a eu, en effet, un éclatement dans l'âme aux expériences de Trouville. Le même accident s'est produit à Bourges. D'après des renseignements récents, l'artillerie fédérale serait disposée à renoncer à cette fusée pour adopter la fusée prussienne.

Épreuves de marche et de transport. — Le matériel suisse a victorieusement supporté les marches qu'on lui a fait exécuter dans les conditions les plus sérieuses. Un certain nombre de boulons se sont plus ou moins desserrés; mais les parties constitutives de l'affût et de l'avant-train ont

montré la plus grande solidité. Aucun rivet n'a joué. Les essieux, à section circulaire ou carrée, n'ont pas fléchi. La vis de pointage n'éprouve ni torsion ni flexion par suite des percussions de la culasse.

Quelques modifications de détail augmenteraient beaucoup la résistance de ce matériel, et le mettraient dans d'excellentes conditions de service. Voici les principales : Renforcer le crochet porte-sabot d'enrayage ; améliorer le mode de suspension des écouvillons ; consolider la position du coffre d'avant-train ; fixer avec plus de soin les outils placés de chaque côté de ce coffre ; déplacer légèrement la plaque d'appui de roue, afin que la jante, dans les tournants serrés, ne porte pas contre le rivet supérieur, voisin de la crosse.

Le chargement des coffres n'a pas subi d'altération. Les sachets n'ont pas laissé tamiser de poussier. Les fusées percutantes ont paru offrir d'assez grandes garanties de sécurité dans les transports.

Les épreuves de route ayant été faites avec des timons français de 4, et non avec des timons du matériel suisse, qui exigent l'attelage à colliers, on n'a pu étudier l'emploi du support de timon mobile. Les palonniers mobiles accrochés à la volée ont paru avantageux dans les tournants : ils permettent aux deux chevaux de derrière d'utiliser également l'effort qu'ils exercent sur les deux traits.

V. CONCLUSION.

L'infériorité constatée, au point de vue balistique, du canon suisse se chargeant par la culasse vis-à-vis du canon de campagne anglais se chargeant par la bouche, amène ici quelques considérations qu'on ne peut passer sous silence.

Sans reproduire les arguments invoqués pour ou contre le chargement par la culasse, arguments qui sont dans tous les esprits, on se bornera aux réflexions suivantes :

La plupart des artilleurs pensent aujourd'hui que c'est vers le mode de chargement par la culasse que se dirige la voie du progrès. Le chargement par la bouche a donné pour le moment, dans les canons Muller, Whitworth, Mattei-Rossi, de Woolwich, etc., tout ce qu'on semble pouvoir en attendre : il est limité dans ses ressources, et rien ne fait soupçonner qu'il puisse, avant un délai indéterminé, se perfectionner d'une manière sensible.

L'autre mode de chargement au contraire, à peine à son début, ouvre incontestablement un champ de combinaisons nouvelles, et semble tout prêt à se plier aux progrès accomplis parallèlement, soit dans la fabrication des métaux à canon, soit dans l'étude des poudres à combustion lente et progressive.

Ainsi, même en mettant à part tout entraînement d'opinion, on peut dire que l'avenir immédiat est au chargement par la culasse.

Mais cette vérité reconnue, il n'est pas moins vrai d'affirmer, au risque d'encourir le reproche de banalité, que tout artilleur, en présence de deux canons ayant les mêmes propriétés balistiques et ne différant que par le mode de chargement, préférera sans hésiter le chargement par la bouche ; ou, en d'autres termes, qu'on ne doit adopter un canon se chargeant par la culasse qu'à la condition expresse qu'il soit supérieur à tous les canons connus se chargeant par la bouche.

Or, ce n'est pas le cas du canon de campagne suisse de 84mm. On a vu que ce canon occupe, dans la série des canons expérimentés par la Commission, un rang inférieur au canon anglais de 9liv.

Pour nous c'est un canon d'étude très-intéressant, mais tel qu'il est, c'est déjà une bouche à feu arriérée. Ce n'est point au moment où les vitesses initiales tendent, à tort ou à raison, à dépasser 500 mètres, qu'il serait sage d'adopter un canon, dont il ne faut pas méconnaître les qualités absolues, mais qui ne peut arriver à une vitesse

de 400 mètres sans une charge trop forte pour le métal dont il est formé ; muni d'un appareil de fermeture très-satisfaisant dans l'état actuel de l'industrie, mais exigeant des soins munitieux et un entretien constant ; tandis que le canon anglais de 9liv. arrive à une vitesse de 424 mètres sans détérioration et possède une justesse incontestablement plus grande.

Ces réserves faites, et le canon suisse n'étant considéré que comme un type remarquable, on doit reconnaître que cette bouche à feu offre de nombreux éléments dont on pourrait tirer un excellent parti ; que son affût, y compris l'appareil de pointage, est extrêmement satisfaisant, sauf en ce qui concerne l'étendue du recul et le mode de transport des servants, et que le système de fermeture et d'obturation dont il est muni ne paraît inférieur à aucun de ceux qui ont été proposés jusqu'à ce jour pour le chargement par la culasse.

Le chef d'escadron d'artillerie,
Membre de la Commission d'expériences de Bourges,
A. Barbe.

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Marque à inscrire sur les fusées métalliques pour projectiles creux. — A la date du 14 mai 1873, M. le Ministre de la guerre a décidé, sur la proposition du Comité de l'artillerie, qu'à l'avenir les fusées métalliques pour projectiles creux porteront, *sur le pourtour latéral de la tête et dans le sens de l'axe de la fusée*, l'inscription en creux des deux derniers chiffres du millésime de l'année où elles seront chargées et terminées.

Mise en batterie sur des terrains accidentés et construction d'épaulements rapides. — A la date du 5 juillet 1873, M. le Ministre de la guerre a approuvé, sur la proposition du Comité de l'artillerie, une nouvelle *Instruction pour la mise en batterie sur des terrains accidentés et pour la construction des épaulements rapides*. Les dispositions d'exécution sont les suivantes :

I. MISE EN BATTERIE SUR DES TERRAINS ACCIDENTÉS.

Dans les régiments et dans les corps d'armée, chaque batterie attelant six pièces et six caissons est exercée, plusieurs fois par an, à des mises en batterie sur des terrains accidentés.

Les généraux commandant l'artillerie, ou des officiers qu'ils délèguent à cet effet, déterminent, de concert avec l'autorité locale, l'époque de l'année où ces exercices peuvent se faire dans les meilleures conditions pour concilier les nécessités de l'instruction militaire avec les droits et les convenances des propriétaires du sol.

Le capitaine commandant la batterie désignée reçoit du chef de corps des indications sur les circonstances de guerre auxquelles sa batterie est supposée prendre part : attaque en ligne avec une division d'infanterie ou de cavalerie; attaque ou défense d'un village; attaque ou défense d'une position retranchée; combat en avançant; en

retraite; passage de défilé; passage de rivière; avant-postes; arrière-garde, etc., etc. Ces hypothèses sont aussi variées que possible pour que les batteries d'un même régiment ne soient pas exposées, dans ces exercices, à se modeler les unes sur les autres. On trouve d'ailleurs dans le Chap. XIV de l'*Aide-mémoire portatif de campagne*, d'utiles indications relativement aux dispositions à prendre dans les différentes hypothèses.

Chaque mise en batterie est précédée d'une reconnaissance rapide du terrain. Les officiers et les sous-officiers de la batterie doivent être munis de cartes d'état-major à grande échelle (au moins à 1/80 000) pour bien juger du terrain et faire une première estimation des distances.

En commençant le feu, le capitaine commandant s'attache à bien faire comprendre à ses officiers et à ses sous-officiers que c'est en tirant lentement, par pièce, les premiers coups, que l'on arrive le mieux à régler le tir. De temps en temps, le capitaine commandant ou l'un de ses lieutenants se porte vivement soit du côté du but à battre, soit dans la direction de quelques-uns des points dont on a cherché à se défiler, pour bien juger de l'aspect que présente la batterie des positions où elle est contre-battue par l'artillerie ou la mousqueterie de l'ennemi.

Deux batteries doivent souvent, et à une distance assez grande, être opposées l'une à l'autre; à la fin de la séance, elles se communiquent leurs observations mutuelles.

Dans les exercices où deux batteries sont opposées l'une à l'autre, neuf charges à blanc sont mises à la disposition de chacune d'elles. Trois de ces charges sont tirées dans chacune des positions occupées, savoir : deux à l'ouverture du feu, et par les pièces des ailes, pour bien marquer l'emplacement occupé, et une plus tard, pour indiquer la cessation du feu.

L'officier commandant la batterie adresse, dans les 48 heures, par la voie hiérarchique, à son chef de corps ou de service, un mémoire succinct dans lequel sont men-

tionnées les différentes positions occupées par la batterie, ainsi que les hypothèses qui l'ont guidé dans le choix de ces positions.

Ce mémoire est accompagné d'un croquis à petite échelle, établi sur papier quadrillé, et donnant l'itinéraire suivi par la batterie, ainsi que les points remarquables du terrain : cours d'eau, routes, ponts, chemins de fer, clochers de village, etc. Sur ce croquis, les mises en batteries sont soigneusement indiquées; et pour chacun des emplacements occupés, on doit distinguer par un signe conventionnel les pièces et les caissons.

II. CONSTRUCTION DES ÉPAULEMENTS RAPIDES.

Chaque batterie est exercée, plusieurs fois par an, à la construction d'épaulements rapides destinés à abriter les bouches à feu sur un champ de bataille. Ces travaux ont lieu, lorsque cela est possible, en même temps que les mises en batterie sur des terrains accidentés, en sorte que ces deux instructions se complètent l'une l'autre. Lorsque cela n'est pas possible, on les fait sur les polygones ou terrains de manœuvres dont disposent les corps.

La batterie qui construit un épaulement rapide est toujours réduite à son personnel de combat, et chaque pièce se couvre isolément.

Les épaulements doivent être organisés de manière à donner aux pièces un champ de tir étendu.

D'après l'examen des travaux faits en 1872, on recommande les dispositions ci-après pour ces sortes d'abris :

Un tracé du pied du talus intérieur compris comme il suit, convient à la généralité des cas :

1° Une ligne perpendiculaire à la direction probable du tir, assez longue pour que la pièce puisse tirer avec un champ assez étendu, de 90°, par exemple (3 mètres au moins);

2° Deux retours plus ou moins longs ($1^m,50$ ou $2^m,00$ au moins), faisant avec la première ligne un angle tel que les fossés creusés pour les servants, le long de ces re-

tours, laissent à la pièce toute liberté de reculer, quelle que soit la direction du tir.

La progression du travail peut, dès lors, être réglée comme il suit :

1e période. — Les servants, se plaçant en arrière des retours, creusent le sol sur $0^m,60$ environ de largeur, s'enfonçant d'environ $0^m,60$ et se couvrant avec la terre qui provient de la fouille. (Pl. XIII, fig. 1.)

2e période. — On creuse, pour placer la pièce, une plate-forme enfoncée de $0^m,25$, longue d'au moins $3^m,50$, et se raccordant avec le sol par des plans inclinés qui facilitent la mise en batterie et limitent le recul. Les terres jetées en avant, entre les deux massifs obtenus dans la première période, établissent la continuité de l'épaulement. (Pl. XIII, fig. 2.)

3e période. — On donne à la masse couvrante une épaisseur suffisante en élargissant et approfondissant les premières excavations. (Pl. XIII, fig. 3.)

4e période. — On peut ensuite, si l'on en a le temps, augmenter l'épaisseur de l'abri au moyen de terres prises soit en arrière, soit dans un fossé en avant. On peut aussi, tout en se ménageant un champ de tir suffisant, augmenter les hauteurs des retours, et même les allonger au besoin dans une direction différente. (Pl. XIII, fig. 4.)

Toutefois, les chefs de corps ont toujours la liberté de prescrire l'exécution de tel autre type qu'ils jugeront convenable de faire étudier en raison de la nature du terrain, et du rôle que chaqne batterie abritée pourrait avoir à remplir.

L'officier commandant la batterie adresse dans les 48 heures, par la voie hiérarchique, à son chef de corps ou de service, un rapport faisant connaître les conditions dans lesquelles a été établie la batterie, le résultat obtenu, la nature du sol, la durée du travail, etc. Toutes les fois que la construction d'un épaulement rapide s'exécute dans une séance de mise en batterie sur des terrains accidentés, il

n'est rédigé qu'un seul rapport pour les deux exercices. Ce rapport est accompagné d'un croquis à l'échelle de 1/100, donnant le plan et le profil de l'épaulement construit.

Fusées métalliques pour projectiles creux. — A la date du 7 juillet 1873, M. le Ministre de la guerre a décidé, sur la proposition du Comité de l'artillerie, que les fusées métalliques qui, à l'avenir, devront être seules employées pour armer les obus oblongs ordinaires et les obus oblongs à balles, sont les suivantes :

1° *Fusée fusante à 6 durées* (modèle 1870), pour obus oblongs à balles de 24;

2° *Fusée percutante de 30*^{mm} (Demarest, modèle 1867), pour obus oblongs ordinaires de 24;

3° *Fusée percutante de 25*^{mm} (Demarest, modèle 1866), pour obus oblongs ordinaires et pour obus oblongs à balles de 4 (*tir de montagne*), de 4, 8 et 12 (*tir de campagne*), de 12 (*tir de siége et de place*).

Jusqu'à nouvel ordre, la fusée percutante Demarest sera employée également pour le tir des obus de 7.

La fusée percutante Demarest de 22^{mm} servira seule pour armer les obus oblongs ordinaires de 4 et de 12, à lumière de 22^{mm}, jusqu'à ce que les approvisionnements de ces projectiles aient été épuisés.

L'artillerie de la marine russe à l'exposition de Vienne (1). — La confiance qu'inspirait d'abord le matériel livré par la maison Krupp ayant sensiblement diminué à la suite de plusieurs accidents, la Russie a pris le parti de fabriquer dans ses propres manufactures les canons en acier fondu qui lui sont nécessaires. Les bouches à feu livrées par l'usine d'Oboukow ont donné les résultats les plus satisfaisants. Les cinq canons que la marine russe a envoyés à l'exposition de Vienne proviennent de cet établissement.

1° *Canon de 12*^{po} (305^{mm}). — Il pèse 40 500 kil.; sa lon-

(1) D'après l'*Engineering* du 13 juin 1873.

gueur totale est de $6^m,40$; celle de l'âme (mesurée entre la face postérieure de la chambre et la tranche de la bouche) est de $4^m,35$. Les rayures, au nombre de 36, ne règnent que sur une longueur de $4^m,04$; leur pas est uniforme et assez long. Le tube central est recouvert d'une première couche de frettes dans toute sa longueur; trois autres rangs de frettes, superposées les unes aux autres dans la région du tonnerre, concourent à donner à la bouche à feu la résistance dont elle a besoin. L'appareil de culasse consiste en un coin cylindro-prismatique pourvu d'un anneau Broadwell. Les munitions comprennent : 1° des boulets d'exercice en fonte ordinaire; 2° des boulets en fonte durcie armés de pointes d'acier; 3° des obus en acier fondu. La charge de guerre est de $51^k,26$, d'une poudre prismatique très-lente; elle donnera, pense-t-on, une vitesse initiale de 426 mètres.

2° *Canon de 8po* ($203^{mm},2$). — Il pèse 8 900 kil.; sa longueur totale est de 4^m445; celle de l'âme est de $3^m,835$; les rayures sont au nombre de 30; elles règnent sur une longueur de $2^m,971$. Le tonnerre est recouvert par des frettes qui s'étendent jusqu'à la naissance de la volée; par-dessus ces frettes, dans le voisinage de la chambre à poudre, se trouve, en outre, un manchon assez court : l'appareil de culasse est un coin cylindro-prismatique. L'obus, en fonte durcie, pèse 78 kil. Une charge de $15^k,6$ de poudre prismatique lui imprime une vitesse initiale de 440 mètres. La pièce qui est exposée a subi un tir de 1 243 coups, et elle ne paraît nullement dégradée.

3° *Canon court ou mortier de 8po* ($203^{mm},2$). — Il pèse 3 260 kil.; sa longueur totale est de $2^m,28$; celle de l'âme est de $1^m,74$ ($8^1/_2$ cal.). Les rayures ne s'étendent que sur une longueur de 5 $^1/_2$ cal. Le frettage affecte une disposition analogue à celui de la bouche à feu précédente; la culasse porte un coin cylindro-prismatique. Les projectiles sont ceux du canon de 8po, mais le poids de la charge n'est que de $7^k,26$. La vitesse initiale n'est pas encore connue.

4° *Canon de 6pc* (152mm,4). — Il est formé, comme les bouches à feu précédentes, d'un tube central en acier, renforcé par des frettes qui s'étendent de la face postérieure de la chambre à la naissance de la volée. Il pèse 3 980 kil.; sa longueur totale est de 3m,55 ; celle de l'âme est de 3m,10; les rayures ne s'étendent que sur une longueur de 2m,29. Il est pourvu d'un coin cylindro-prismatique analogue à celui du canon de 12pc. Il lance, avec une charge de 8k,200 de poudre prismatique, un projectile, en fonte durcie, pesant 36k,744. La vitesse initiale est de 486 mètres.

5° *Canon pour embarcations.* — Il est formé d'un tube en acier fondu, pourvu d'une frette porte-tourillons. Il pèse 359 kil. et lance un obus de 5k,500, avec une charge de 0k,614 de poudre à gros grains. La culasse est fermée par un coin prismatique dont la disposition est très-simple.

Chariot-traîneau employé au polygone de la marine italienne pour le transport des bouches à feu de gros calibre (1). — Pour transporter les bouches à feu de gros calibre, les monter sur leurs affûts ou les en descendre, on emploie au polygone de la marine italienne, à Viareggio, un appareil désigné sous le nom de *chariot-traîneau* (*carro-slitta*). Il se compose de châssis en bois A (pl. XII, fig. 1, 2, 3 et 4), au nombre de deux ou de trois, dont la face supérieure porte des rails sur lesquels glisse un autre châssis B, analogue aux précédents, sauf que les rails se trouvent à la partie inférieure : des boulets sphériques *c*, *c*, *c*, . . . logés en partie dans les gorges des rails, facilitent le mouvement; les côtés des châssis A sont reliés par deux boulons, et ceux du chassis B le sont par deux traverses.

Pour la manœuvre, on dispose le châssis A autour de la pièce, comme le montrent les fig. 1 et 2, puis on met en place les boulets sur lesquels on monte le châssis B; on dresse ensuite aux angles de ce châssis quatre crics D,

(1) Extrait de la *Revue maritime et coloniale*, d'après un article publié par la *Rivista marittima*.

dont les têtes supportent deux traverses E reliées par des éparts, on brêle à ces traverses la volée et la culasse de la bouche à feu, et on manœuvre simultanément les crics jusqu'à ce qu'il soit possible de glisser sous la pièce deux forts chantiers G; après avoir déviré complétement les crics, on refait le brêlage et l'on manœuvre de nouveau jusqu'à ce qu'on puisse placer sous la bouche à feu deux fortes lambourdes H, qui doivent prendre appui sur la face supérieure du châssis B; cela fait, et la pièce étant assujettie, on enlève les traverses E et les crics. On dispose ensuite en avant du châssis A un second châssis tout à fait semblable, de manière à former une sorte de voie ferrée sur laquelle on fait marcher le châssis B (portant la bouche à feu), en agissant sur des palans dont les moufles sont fixées, les unes au châssis A, les autres au châssis B.

Quand le premier châssis est dégagé, on le reporte en avant du deuxième, et la manœuvre continue jusqu'à ce que la pièce soit arrivée à destination.

Pour la monter sur son affût, on replace les crics et les traverses E, on refait le brêlage, on élève légèrement la bouche à feu de manière à pouvoir dégager les lambourdes H, qu'on enlève ainsi que les boulons d'assemblage des châssis : on amène ensuite l'affût, que l'on dispose de façon qu'en dévirant les crics, la pièce prenne d'elle-même sa position.

NOTICES BIBLIOGRAPHIQUES.

De l'emploi des shrapnels en campagne, par A. von Sichart, capitaine au 4e régiment d'artillerie de campagne, traduit de l'allemand, par R. Colard, capitaine d'artillerie. (Paris, Tanera.)

Depuis la dernière guerre, il est généralement admis que l'emploi des shrapnels est très-avantageux dans les

siéges, mais bien des officiers pensent encore qu'il donne lieu à des résultats peu satisfaisants dans la guerre de campagne. A leur avis, il n'est pas possible, sur un champ de bataille, de prendre les précautions minutieuses qui seules assurent aux shrapnels une puissance supérieure à celle des obus ordinaires. Pour montrer que cette opinion est exagérée, l'auteur rappelle les essais exécutés, en 1871, par l'École de tir de Berlin et par la 4e brigade d'artillerie : d'après les chiffres obtenus, l'efficacité des shrapnels serait quadruple de celle des obus et même huit fois plus grande, selon la nature du but à atteindre (infanterie ou cavalerie).

Il ajoute que la différence entre les effets de ces deux sortes de projectiles serait encore bien plus marquée, si, au lieu de faire varier la hauteur d'éclatement avec la distance de l'ennemi [1], on réglait le tir de manière que l'explosion des shrapnels se produisît toujours à 2 ou 3 mètres au-dessus du sol : en effet, le but se trouverait alors soumis spécialement à l'action des balles qui forment la partie supérieure de la gerbe des éclats; décrivant des trajectoires assez rasantes, elles ont des effets mieux assurés que les balles contenues dans la partie inférieure, qui s'abaissent trop rapidement vers le sol. Il serait en outre facile, dans cette hypothèse, de rectifier le tir, puisque la fumée produite par l'inflammation de la charge intérieure apparaissant ainsi à hauteur du but, on reconnaîtrait sans peine si l'éclatement des projectiles a lieu en avant ou en arrière de l'ennemi, tandis qu'avec la méthode ordinaire les observations de ce genre n'ont aucune précision. D'après l'auteur, l'artillerie doit, dans toutes les circonstances, faire principalement usage de shrapnels, et elle gagnerait singulièrement en puissance si l'on arrivait à construire une fusée qui permît d'étendre jusqu'à 3000 mètres l'emploi de ce genre de projectiles, puisque, au delà de

[1] 4 mètres à 1000 mètres, 6m,50 à 1 500 mètres, 9m,50 à 2 000 mètres.

2 000 mètres, les obus ordinaires cessent de ricocher et se perdent dans les terres sans produire d'effet.

Telles sont les conclusions de la brochure allemande, elles sont déduites de considérations que l'auteur a longuement développées, mais auxquelles il n'a peut-être pas donné toute la clarté ni toute la précision désirables.

Étude sur les cartouches et les poudres fulminantes, par C. J. Tàckels, capitaine de l'armée belge. (Paris, Tanera.)

Cet ouvrage, consacré principalement à l'étude de la cartouche métallique, débute par une revue sommaire des diverses munitions successivement employées avec les fusils se chargeant par la culasse. Elles sont classées en trois groupes principaux.

Dans le premier groupe figurent les cartouches en papier, baudruche, etc., destinées aux mécanismes de culasse non pourvus d'extracteurs. Avec les unes, les débris non comburés de l'étui à poudre sont expulsés par la seule action des gaz; le fusil modèle 1866 offre un exemple de ce genre de munitions. Avec les autres, une rondelle de feutre ou de carton, restée dans l'arme après le coup parti, et poussée par le projectile lancé au coup suivant, doit remplacer ou compléter l'action expulsive des gaz; l'arme Westley-Richard utilise une cartouche de ce genre.

Le deuxième groupe comprend les cartouches en carton, avec ou sans culot métallique, pour lesquelles le mécanisme de culasse porte un extracteur.

Le troisième groupe est formé par les cartouches métalliques aujourd'hui, pour ainsi dire, universellement adoptées. Le capitaine Tackels pense en effet que la France ne conservera plus longtemps les cartouches en papier, actuellement abandonnées partout, du moins en principe; suivant lui, l'expérience de la campagne 1870-71 était suffisante pour motiver un changement immédiat.

La description que donne l'auteur du mode de fabrica-

tion de ce dernier groupe de munitions consiste en général dans une nomenclature un peu aride du personnel et du matériel des différents ateliers dont l'agencement constitue l'usine complète. Cependant la réception et la classification des feuilles laminées sont l'objet de détails intéressants ; c'est que de ces deux opérations préliminaires, qui ont pour but de ne livrer aux machines-outils que des feuilles métalliques tout à fait homogènes et d'une épaisseur uniforme, dépend tout le succès des opérations subséquentes. La Belgique, comme l'Angleterre, reçoit de l'industrie les matières premières ; mais elles sont mises en œuvre dans un établissement de l'État, à l'École de pyrotechnie d'Anvers. A peine les dimensions de la chambre pour une arme encore inconnue étaient-elles arrêtées, que déjà cet établissement tenait prêt l'outillage correspondant, parfaitement réglé, et l'on n'avait plus alors à se préoccuper que de la bonne qualité des matières premières.

Après la fabrication de l'étui vient celle de la poudre fulminante contenue dans l'amorce. Le mélange, par parties égales, d'antimoine, de fulminate de mercure et de chlorate de potasse est, en Belgique comme en Angleterre, préconisé pour la capsule. En associant ces éléments, on obtient en effet une substance susceptible de détoner, soit par suite d'une friction, soit sous l'influence d'un choc.

Après avoir décrit la fabrication de la cartouche métallique, l'auteur relate différentes expériences exécutées en Belgique pour apprécier la valeur pratique de ce genre de munitions. Les épreuves auxquelles les cartouches ont été soumises correspondent aux diversss conditions de service d'une cartouche de guerre ; les principales sont les suivantes :

1° Tir de cartouches limées ou fendues en plusieurs endroits. Un écran, mis à la place où le tireur doit avoir l'œil dans la position en joue, permettait de juger du dan-

ger plus ou moins grand des crachements, en même temps que de leur effet sur le mécanisme.

2° Tir de cartouches ayant séjourné dans l'eau. Un accident arrivé pendant cette série d'épreuves mérite d'être signalé : après un raté et une attente d'environ trois minutes, le soldat, en ouvrant l'arme, fut blessé à la main par la projection en arrière de l'étui de la cartouche, dont la poudre continuait à fuser.

3° Tir de cartouches déformées par le transport ou par des chocs violents.

4° Tir avec des chambres trop larges.

Les résultats obtenus dans les expériences conduisent le capitaine Tackels à considérer la cartouche métallique à tube embouti comme préférable à la cartouche à tube en clinquant roulé. La première résiste mieux à l'action de l'humidité, ainsi qu'à celle des chocs ou du transport; elle s'extrait plus facilement; elle peut être rechargée un grand nombre de fois; elle est même, dit l'auteur, supérieure au point de vue du tir dans une chambre élargie, et les crachements sont moins dangereux. On peut néanmoins affirmer que les deux sortes de cartouches satisfont convenablement aux conditions du service.

L'ouvrage se termine par des considérations relatives à l'établissement d'usines pour la fabrication de cartouches métalliques. Ces considérations ont pour objet de démontrer aux industriels qu'ils trouveront des chances de bénéfices assurés dans l'installation de semblables usines, qui offriront en même temps, dans un moment critique, de précieuses ressources pour la défense du pays.

En résumé, ce livre contient des renseignements intéressants; mais il ne peut, à lui seul, tenir lieu d'ouvrages spéciaux et méthodiques — dont on doit vivement regretter la pénurie — sur une question aussi pleine d'actualité que celle de la fabrication de la cartouche métallique.

Le gérant : Ch. Norberg.

ARTILLERIE ITALIENNE

(*Fin.*)

V. ORGANISATION.

Les Italiens ont fait, depuis leur unification, de patriotiques efforts pour mettre promptement leurs jeunes troupes au niveau de celles qui tiennent le premier rang en Europe : sous l'énergique impulsion de ministres intelligents, secondés par un corps d'officiers dévoués, l'excellente petite armée piémontaise s'est transformée en absorbant les jeunes générations de la péninsule entière ; et l'armée italienne est de celles avec lesquelles on doit sérieusement compter. Pendant cette période, l'artillerie a passé par une série d'organisations successives, tantôt imitées du système français, tantôt, au contraire, se rapprochant plus ou moins du système prussien. Quoi qu'il en soit, depuis le mois de novembre 1870, l'artillerie forme un corps unique embrassant les divers services de l'arme, troupes et établissements, et chargé en outre, à l'armée, des transports de toute nature. Cette disposition, qui est particulière à l'armée italienne et qui réalise l'unification des trains réclamée par certains officiers, mérite d'être signalée ; mais on doit reconnaître qu'elle est, en Italie même, l'objet de critiques très-justes et d'attaques fort vives.

Les troupes de l'artillerie comprennent : l'état-major particulier, 1 régiment de pontonniers portant le n° 1, 10 régiments d'artillerie (nos 2 à 11), 2 compagnies d'ouvriers, 2 compagnies d'artificiers, 1 compagnie d'armuriers et 1 compagnie de vétérans. Chaque régiment se compose de 9 batteries montées, 4 compagnies de place, 1 batterie de dépôt et 3 compagnies du train (1).

(1) Le régiment n° 7 a une *batterie d'instruction* pour la formation des sous-officiers.

L'effectif de ces batteries ou compagnies, sur le pied de paix, est indiqué par le tableau suivant :

GRADES.	BATTERIE montée.	COMPAGNIE de place.	COMPAGNIE de pontonniers.	COMPAGNIE du train.	Observations.
Capitaine	1	1	1	1	
Lieutenants ou s.-lieutenants	3	3	3	3	
Fourrier (1)	1	1	1	1	
Maréchaux des logis	6	5	7	5	
Brigadier-fourrier	1	1	1	1	(1) Maréchal des logis chef.
Brigadiers	9	9	10	9	
Trompettes	3	3	3	3	(2) Dans le régiment de pontonniers, chacune des 2 compagnies du train a 73 hommes au lieu de 65.
Maréchal	1	»	»	1	
Bourrelier	1	»	»	1	
Soldats de 1re classe	9	8	10	65 (2)	
Soldats de 2e classe	71	63	74		
Totaux	102	90	106	86	
Chevaux	45	»	»	30	

Un régiment fournit toute l'artillerie d'un corps d'armée de deux divisions ; les 10 régiments composent donc exactement l'artillerie nécessaire pour les 20 divisions qu'on peut former avec les 80 régiments d'infantérie, les 40 bataillons de *bersaglieri* (1) et les 20 régiments de cavalerie que compte actuellement l'armée italienne.

D'après un nouveau projet, actuellement soumis à l'examen des Chambres, les régiments devraient être portés à 10 batteries montées, 6 compagnies de place, 1 dépôt et 3 compagnies du train : les pontonniers seraient versés dans le génie ; mais cette dernière mesure n'est généralement pas accueillie avec faveur. On aurait ainsi 100 batteries de campagne ; plus tard, et à mesure que les ressources le permettraient, ce nombre serait porté à 125, et on créerait en outre des compagnies d'artillerie de côte.

D'après ce dernier projet, les régiments, sur le pied de

(1) Ces 40 bataillons sont groupés en 10 régiments, et, en cas de mobilisation, 2 bataillons sont attachés à chaque division.

paix, auraient un effectif de 1 900 hommes et 570 chevaux; sur le pied de guerre complet, l'effectif atteindrait 5 300 hommes et 3 400 chevaux. On comprend facilement quelles difficultés un écart aussi considérable amènerait dans la mobilisation de l'artillerie, surtout en l'absence d'un réseau complet de voies de communications rapides, dans un pays configuré comme le territoire italien.

L'adjonction à l'artillerie d'un corps unique du train, chargé de tous les services de transports accessoires, sera aussi une source de gros embarras. A l'entrée en campagne, les états-majors, l'intendance, la trésorerie, les ambulances, etc., réclameront et obtiendront tout d'abord les moyens de transport qui leur sont affectés, au grand détriment des parcs, colonnes de munitions et équipages, qu'on se trouvera alors forcé de ne mobiliser que plus tard, à mesure que les ressources le permettront. L'instruction du 1er février 1872 a cherché à obvier autant que possible à ces divers inconvénients, en fixant homme par homme et voiture par voiture, les droits de chacun, et en précisant les moyens suivant lesquels doit s'opérer la mobilisation.

Dans l'impossibilité de faire passer subitement toute l'artillerie du pied de paix au pied de guerre, l'instruction, pour le cas d'une mobilisation générale de l'armée, fait passer la plupart des éléments constitutifs de l'artillerie, batteries ou compagnies du train, par trois formations successives bien définies et réglées à l'avance. On pourrait sans doute critiquer certains points de cette instruction qui réglemente jusqu'aux plus minutieux détails des effectifs; mais on doit lui reconnaître au moins l'immense mérite d'avoir organisé d'avance cette opération si compliquée et toujours critique de la mobilisation, au lieu de laisser à chacun, dans un moment de trouble et de confusion inévitables, le soin de se tirer d'affaire le mieux possible. A ce point de vue pratique, l'instruction du 1er février 1872 sur la mobilisation de l'artillerie, inspirée par les instruc-

tions prussiennes du même genre, mérite d'être sérieusement étudiée et méditée.

Dans les armées en campagne, l'artillerie est répartie entre les divisions, les corps d'armée, les armées et le grand quartier général.

A chaque division sont attachées :

3 batteries de campagne de 9c, formant brigade;
1 parc divisionnaire;
1 compagnie du train.

A chaque corps d'armée de deux divisions sont attachés :

3 batteries de réserve de 9c ou de 12c, formant brigade;
1 parc de corps d'armée;
1 équipage de ponts de corps d'armée, s'il y a lieu;
1/2 compagnie du train.

Le nombre des batteries de réserve peut être porté à 4 et même à 5 batteries, quand le corps comprend 3 divisions.

Le quartier général de chaque armée et le grand quartier général ont également chacun à leur disposition une demi-compagnie du train; elle est, comme dans les corps d'armée, chargée d'assurer tous les services de transports généraux, tels que ceux des bagages du quartier général et de l'état-major particulier de l'artillerie, du trésor, de la poste, des ambulances et des subsistances.

En outre, une armée peut être éventuellement pourvue d'un équipage de ponts d'armée et de quelques autres services spéciaux de l'artillerie, suivant les opérations auxquelles elle peut être appelée à concourir.

Batteries divisionnaires ou de réserve. — Dans toute division et dans toute brigade d'artillerie de réserve de corps d'armée, l'artillerie est sous le commandement d'un *chef d'escadron*, commandant la brigade d'artillerie. Lorsqu'un plus grand nombre de batteries sont mobilisées, elles sont formées, dans chaque division ou réserve de corps, en brigades de 2, 3 ou 4 batteries, selon le cas; et si 2 ou plu-

sieurs brigades doivent rester réunies, on les place sous le commandement d'un *colonel* ou d'un *lieutenant-colonel*.

Les batteries de 9c et de 12c, entre le pied de paix et le pied de guerre complet, passent par trois formations successives. Dans chaque formation, le personnel est le même pour l'une ou l'autre batterie; le matériel seul diffère.

La composition des batteries, dans les trois formations, ressort des tableaux suivants :

Batterie de 9c ou de 12c. — Personnel.

GRADES.	1re formation.			2e formation.			3e formation (pied de guerre)			Observations.
	Officiers.	Troupe.	Chevaux.	Officiers.	Troupe.	Chevaux.	Officiers.	Troupe.	Chevaux.	
Capitaine	1			1			1			Dans les effectifs ne sont pas compris les chevaux d'officiers; tous les officiers se remontant à leurs frais. Cette observation s'applique également à tous les tableaux qui suivent.
Officiers subalternes	2			2			3			
Fourrier et brigadier-fourr.		2			2			2		
Maréchaux des logis		4			5			6		
Brigadiers		9			12			16		
Trompettes		2			2			3		
Maréchal et bourrelier		2			2			2		
Canonniers		76			132			171		
Chevaux de selle			11			14			17	
Chevaux de trait			62			92			124	
Totaux	3	95	73	3	155	106	4	200	141	

Matériel attelé.

VOITURES.	Batterie de 9c formations			Observations.	Batterie de 12c formations			Observations.
	1re	2e	3e		1re	2e	3e	
Canons	4	6	8	La batterie est approvisionnée à 1000 coups, soit 200 coups par pièce, dont 164 à obus et 36 à mitraille.	4	6	8	La batterie est approvisionnée à 864 coups, soit 144 coups par pièce, dont 132 à obus et 12 à mitraille.
Caissons	4	6	8		4	6	10	
Chariots de batterie	2	2	3		2	2	3	
Forge de campagne	1	1	1		1	1	1	
Totaux	11	15	20		11	15	20	

Pour certaines opérations particulières, on peut avoir à former des batteries de 8c de montagne : elles sont servies

par les compagnies d'artillerie de place, auxquelles on donne, dans ce cas, les mulets nécessaires. La batterie se divise en *batterie de manœuvre* ou *de combat* et *colonne de munitions* : elle passe directement sur le pied de guerre sans prendre de formation intermédiaire et a alors un effectif de 200 hommes de troupes et 100 mulets de bât, dont 130 hommes et 55 mulets à la batterie, le reste à la colonne. Le matériel est réparti de la manière suivante :

BOUCHES A FEU ET APPROVISIONNEMENTS.	BATTERIE.	COLONNE.	TOTAL.	*Observations.*
Canons rayés de 8 (sans affût)	6	»	6	La batterie est approvisionnée à 900 coups, soit 150 coups par pièce, dont 135 à obus et 15 à mitraille. La colonne transporte en outre 26 400 cartouches.
Affûts avec limonière	7	»	7	
Caisses à munitions	48	42	90	
Caisses pour cartouches . . .	»	30	30	
Caisses pour la forge.	2	»	2	
Caisses pour objets divers . .	10	4	14	

Parcs. — Tout le personnel nécessaire au service et à la traction des *parcs divisionnaires* et *des parcs de corps d'armée* est tiré exclusivement des compagnies du train des régiments d'artillerie, et fourni par les *compagnies attachées à chaque division.* Les parcs divisionnaires ne transportent que des munitions d'infanterie ; les parcs de corps d'armée transportent à la fois des munitions d'artillerie et des munitions d'infanterie, et se composent d'autant de *sections de parc* qu'il y a de divisions dans le corps. La compagnie du train affectée à chaque division pourvoit au service du parc divisionnaire et de la section de parc du corps d'armée correspondante à la division; elle fournit en outre le personnel et le matériel nécessaires pour les transports de l'état-major, de l'intendance, de l'ambulance et du service des subsistances de la division. On voit déjà apparaître nettement ici des inconvénients qui, pour le service de l'artillerie, résultent de la multiplicité des fonctions du train unique. La compagnie en effet, pour sa mobilisation, passe par les trois formations successives:

dans la première, elle est tout entière affectée aux services généraux, et n'attèle ni parc divisionnaire ni section de parc; dans la deuxième, elle n'attèle encore qu'une partie du parc divisionnaire, sans section de parc de corps, conformément aux indications des tableaux suivants :

Compagnie du train attachée à une division.

PERSONNEL ET MATÉRIEL.	1re formation.	2e FORMATION.			3e FORMATION (pied de guerre).			
	Transports généraux.	Transports généraux.	Parc divisionnaire	Total.	Transports généraux.	Parc divisionnaire	Section du parc.	Totaux.
Officiers	2	3	2	5	3	2	1	6
Vétérinaires	1	1	1	2	1	1	»	2
Troupe	84	120	90	210	145	123	154	422
Chevaux	115	169	86	255	215	138	208	561
Canons de 9c sur affût	»	»	»	»	»	»	2	2
Caissons de 9c	»	»	»	»	»	»	10	10
Caissons de cartouches	»	»	12	12	»	24	12	36
Chariots de batterie	»	»	»	»	»	»	3	3
Caissons à 2 roues { pour canon de 9c	»	»	»	»	»	»	12	12
Caissons à 2 roues { pour cartouches	»	»	»	»	»	»	12	12
Forges de campagne	3	3	1	4	3	1	1	5
Voitures diverses	22	35	4	39	45	4	6	55
Totaux des voitures	25	38	17	55	48	29	58	135

1° Le parc divisionnaire est commandé par le capitaine de la compagnie.
2° La réserve de la compagnie en hommes, chevaux et matériel, est répartie entre le parc divisionnaire et la section de parc.
3° Le parc divisionnaire porte 504 000 cartouches, si les coffres sont des modèles 1844 et 1863, et 530 880 si les coffres sont du modèle 1850.
4° La section de parc porte 3 200 coups pour canon de 9c. — Elle porte en outre 492 000 ou 505 440 cartouches, selon le modèle des coffres.
5° Parmi les voitures diverses, la voiture à pain porte 1 600 rations.
6° Le caisson à 2 roues est encore à l'étude : il pourra contenir environ 140 coups de 9c ou 20 000 cartouches.

Quand une division doit opérer isolément, en dehors du commandement du corps d'armée, quand elle doit être longtemps détachée du corps auquel elle appartient, ou qu'elle passe d'un corps à un autre, la section de parc correspondante la suit : elle reste dans les deux premiers cas sous les ordres du commandant de l'artillerie de la division, et passe, dans le troisième, sous les ordres du commandant du parc du corps auquel la division se trouve attachée. On doit remarquer qu'il n'y a pas de section de

parc correspondant à la brigade d'artillerie de réserve du corps d'armée : celle-ci se réapprovisionne, suivant les cas, aux diverses sections qui composent le parc du corps.

Colonnes de munitions. — Ces dernières sections ne transportent pas de munitions pour les batteries de 12c ou de 8c. Pour y suppléer, chaque batterie de 12c de campagne ou de 8c de montagne est suivie d'une *colonne de munitions* distincte, pour la batterie de 8c, de la colonne dont on a parlé plus haut. Le personnel est fourni par les compagnies du train, chaque colonne étant commandée par un sous-officier : quand les batteries sont attachées à un corps d'armée, leurs colonnes sont réunies au parc de ce corps; lorsqu'au contraire elles forment une réserve indépendante, composée de plusieurs batteries, leurs colonnes sont réunies ensemble et constituent un parc spécial auquel on ajoute, suivant le cas, une forge de campagne ou de cavalerie : un officier en prend alors le commandement.

La composition des colonnes est la suivante :

Colonne de munitions.

PERSONNEL ET MATÉRIEL.	D'une batterie de 12c de campagne. Hommes.	Chevaux.	Voitures.	PERSONNEL ET MATÉRIEL.	D'une batterie de 8c de montagne. Hommes.	Chevaux.	Voitures.
Troupe (1)	35	46	»	Troupe (2)	29	30	»
Canons de 12c sur affût	»	»	1	Canons de 8c sur affût	»	»	1
Caissons de 12c	»	»	8	Caissons de 8c à 2 roues	»	»	2
Chariots de batterie	»	»	1	Caissons pour cartouches (à 2 roues)	»	»	8
				Voiture à 2 roues	»	»	1
Totaux	35	46	10	Totaux	29	30	12

(1) La colonne transporte 600 coups de canon, dont 550 à obus et 50 à mitraille.
(2) Le caisson à 2 roues est encore à l'étude; il devra contenir environ 220 coups de 8c ou 20 000 cartouches.

Parcs d'armée. — On peut, dans une armée, constituer un *parc d'armée* pour alimenter et réapprovisionner les parcs des corps et les colonnes de munitions. La formation et la composition de ces parcs est déterminée, suivant les

circonstances. Le commandement et l'administration en sont confiés, avec toutes les attributions et les pouvoirs d'une direction territoriale, à une *Direction d'artillerie* qui comprend : 1 colonel ou lieutenant-colonel, directeur, 5 officiers et 10 employés. Le directeur a sous ses ordres : 1° une brigade d'artillerie de place, de deux ou plusieurs compagnies, suivant l'importance du parc : le major commandant la brigade remplit les fonctions de sous-directeur ; 2° une compagnie du train ; 3° un détachement d'ouvriers, commandé par un officier ; 4° un détachement d'artificiers, commandé par un officier.

Pour une armée forte de 6 à 8 divisions, le parc comprend environ 4 sections de parc (voir p. 446); il est ordinairement attelé par le train auxiliaire. La compagnie du train fournit plus spécialement tous les autres services de transport du parc et de la troupe qui y est attachée; elle ne passe pas par les formations successives et comprend, sur le pied de guerre, 5 officiers, 2 vétérinaires, 444 hommes de troupes et 625 chevaux.

Équipages de pont. — Leur composition est la suivante :

PERSONNEL ET MATÉRIEL.	Équipage de pont de corps d'armée (environ 150m de pont, mle 1860).				Équipage de pont d'armée (environ 200m de pont, mle 1860).			
	Pontonniers.	TRAIN. Hommes.	TRAIN. Chevaux.	Voitures.	Pontonniers.	TRAIN. Hommes.	TRAIN. Chevaux.	Voitures.
Officiers	4	1			4	1		
Troupe	150	85	137		210	127	208	
Haquets mle 1860 — pour bateau, poutrelles et tablier				23				37
Haquets mle 1860 — pour chevalets				3				2
Chariots de batterie				2				3
Chariots de parc				1				2
Forges de campagne outillées				1				2
Totaux	154	86	137	30	214	128	208	46

Observations. — Quand le parc d'armée est attelé par le train auxiliaire, il en est de même de l'équipage. Les compagnies de train du régiment de pontonniers fournissent seulement dans ce cas le personnel nécessaire pour former les cadres.

Services divers. — Les demi-compagnies du train attachées aux corps d'armée, aux quartiers généraux d'armée et au grand quartier général, pour leurs divers services de transport, passent par les trois formations successives : leur composition, dans chaque cas, est réglée de la manière suivante :

PERSONNEL ET MATÉRIEL.	1/2 COMPAGNIE DU TRAIN ATTACHÉE : à un corps d'armée.			au quartier général d'une armée.			au grand quartier général.		
	1re formation.	2e formation.	3e formation (pied de guerre).	1re formation.	2e formation.	3e formation (pied de guerre).	1re formation.	2e formation.	3e formation (pied de guerre).
Officiers.....	1	2	2	1	2	2	1	2	2
Vétérinaires..	1	2	3	2	2	2	1	1	2
Troupe.....	62	124	169	56	100	121	87	128	172
Chevaux....	76	152	210	72	128	160	109	171	232
Voitures....	15	30	42	16	29	35	24	36	48

Commandement. — Dans chaque corps d'armée, l'artillerie est sous les ordres d'un *colonel* ou *lieutenant-colonel*, commandant l'artillerie du corps : il a, pour le seconder, 1 major et trois officiers, plus 12 secrétaires, plantons ou ordonnances, avec 4 chevaux. Le major prend le commandement du parc de corps, quand les sections sont réunies, ainsi que celui de l'équipage de pont, quand l'organisation en comporte. Dans une armée composée de plusieurs corps d'armée, l'artillerie est commandée par un *général de brigade :* il a auprès de lui 1 officier supérieur, chef d'état-major 5 officiers adjoints et 22 secrétaires, plantons ou ordonnances, avec 7 chevaux. Enfin, au grand quartier général, se trouve un *général de division*, commandant supérieur de l'artillerie des armées : il a auprès de lui 1 colonel ou lieutenant-colonel, chef d'état-major, 2 officiers supérieurs, 6 officiers adjoints et 31 secrétaires, plantons ou ordonnances, avec 11 chevaux.

Établissements de l'artillerie. — Les établissements n'ont pas

un personnel distinct : il s'établit un roulement entre eux et les corps de troupes. On trouve à la tête de l'armée un comité consultatif dont le rôle et les attributions sont à peu près les mêmes qu'en France.

Les établissements sont les suivants :

2 arsenaux, à Naples et à Turin ;
3 manufactures d'armes, à Brescia, à Turin et à Torre-Annunziata ;
2 fonderies, à Naples et à Turin ;
1 atelier de précision, } à Turin ;
1 atelier de pyrotechnie, }
2 poudreries, à Fossano et à Scafati ;
1 salpêtrerie, } à Gênes ;
1 raffinerie, }

Enfin 12 directions territoriales qui sont chargées de conserver, réparer et délivrer le matériel.

Dans le nouveau projet d'organisation, on ajouterait des ateliers de pyrotechnie à Bologne et à Capoue, une fonderie à Venise et un arsenal à Florence.

Les officiers d'artillerie sortent de l'Académie militaire de Turin, établissement analogue à notre École polytechnique, mais ne donnant pas accès aux carrières civiles ; ils se recrutent aussi parmi les sous-officiers de l'arme. Les jeunes gens peuvent se présenter à l'Académie de 15 à 20 ans ; la durée des cours y est de trois ans pour l'artillerie et le génie. Les élèves vont ensuite passer deux ans à l'École d'application de Turin. Les jeunes gens, au contraire, qui s'engagent et qui aspirent à l'épaulette, vont d'abord à l'École de Modène pendant deux ans, avec les sous-officiers des autres armes. Ils perfectionnent ensuite leur instruction dans un cours complémentaire de six mois.

A. JOUART, *capitaine d'artillerie*,
Aide de camp du général DE FÉNELON.

DES DYNAMITES
ET DE LEURS APPLICATIONS DANS L'ARTILLERIE.

(3e article.)

PRATIQUE DE LA DYNAMITE SILICEUSE.

Après avoir donné quelques prescriptions générales, relatives à la manipulation de la dynamite, M. le capitaine Fritsch indique une méthode de réception et d'essai de cette substance qui permet, lorsqu'on ne se trouve pas dans les conditions nécessaires pour faire une analyse chimique exacte, d'apprécier avec une probabilité suffisante la valeur de la dynamite présentée.

1° *Essai de neutralité.* — Pour que la dynamite se trouve dans des conditions convenables de conservation, il est important que la nitroglycérine qu'elle contient soit entièrement débarrassée d'acide. On le reconnaît à l'aide de papier bleu de tournesol, que l'on humecte des deux côtés avec de l'eau distillée et que l'on fait passer plusieurs fois dans le tas de dynamite. Si le papier présente, après ce passage, la moindre coloration rouge, c'est que la nitroglycérine n'a pas été suffisamment lavée ou qu'elle commence à se décomposer. La dynamite est à rejeter.

2° *Apprécier le contenu d'une dynamite en nitroglycérine.* — On pèse exactement une vingtaine de grammes de la dynamite en question, que l'on enflamme ensuite sur une plaque de tôle bien propre. Le résidu, qui doit consister en silice pure, est pesé, et la différence des deux pesées faites donne le poids de nitroglycérine. Ce dernier, pour de la dynamite normale, ne doit pas être inférieur à 72 p. 0/0.

On pourrait aussi traiter de la dynamite pesée par l'alcool absolu, jusqu'à ce que ce dissolvant n'enlevât plus rien; le résidu, desséché et pesé, donnerait le poids de la nitroglycérine enlevée par l'alcool. Cette analyse serait

facile à vérifier par une contre-épreuve faite en laissant évaporer l'alcool et pesant directement la nitroglycérine.

3° *Apprécier la pureté et le pouvoir absorbant de la silice.* — On enlève l'enveloppe en papier de quelques-unes des cartouches, et on les brise en deux. La couleur de la cassure doit être bien uniforme : la surface ou le côté sur lequel reposait la cartouche ne doit pas avoir une apparence plus grasse, et l'on ne doit jamais voir suinter de gouttelettes de nitroglycérine. La silice qui constitue le résidu de la combustion d'une cartouche doit présenter l'aspect d'une poudre presque blanche, farineuse, à grains très-fins et sablonneux.

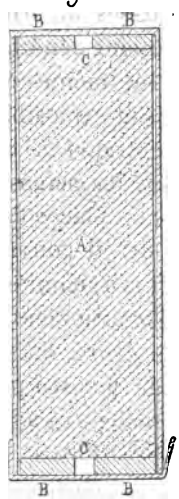
4° *Épreuve de la force d'une dynamite.* — La détermination de la contenance en nitroglycérine par la combustion donne déjà une idée de la force de la dynamite expérimentée. Cependant il se peut qu'à la nitroglycérine se trouvent mélangées d'autres substances combustibles et moins explosives, et il y a intérêt à faire une expérience directe pour apprécier le degré de force sur lequel on peut compter. En Autriche, on emploie une plaque de tôle de fer forgé d'environ $0^m,46$ de côté et $0^m,0066$ d'épaisseur, reposant sur deux supports en bois. Au milieu de cette plaque, on pose une cartouche à enveloppe de papier de de $0^m,079$ de diamètre et $0^m,020$ de hauteur, que l'on fait détoner par l'action d'une capsule fulminante, de poids et de composition déterminés. Pour que l'épreuve soit regardée comme satisfaisante, il faut que le trou que l'explosion produit dans la plaque ait de $0^m,10$ à $0^m,13$ de diamètre et que les bords en soient nettement coupés ou très-fortement recourbés.

Confection des cartouches. — La première condition à remplir par l'enveloppe des cartouches est de ne pas jouir de propriétés absorbantes et de n'être pas trop facilement perméable à l'humidité. Généralement, on emploie pour les petites cartouches le papier parchemin, obtenu en plongeant le papier ordinaire dans l'acide sulfurique à

60 degrés, et pour les cartouches de grande dimension, le parchemin fort ou les étoffes imperméables de toile ou de caoutchouc; ce n'est que dans les cas tout à fait particuliers que l'on fait usage d'enveloppes métalliques (¹).

Conservation et transport de la dynamite. — Les cartouches sont d'habitude liées en paquets de 2 à 3 kil. et rangées dans des boîtes légères de sapin, garnies à l'intérieur d'une couche de coaltar et d'une chemise de carton, de zinc mince ou de caoutchouc. Le couvercle est vissé; deux cordes forment poignée aux extrémités et facilitent le transport de la caisse, qui pèse ordinairement de 20 à 25 kil. C'est ainsi emballées que les cartouches étaient livrées par la fabri-

Fig. 1.



(¹) En France, la dynamite était délivrée, par la fabrique de Paulille, en cartouches d'un diamètre de 0m,026, d'une longueur 0m,08 à 0m,09 et d'un poids de 71 grammes. En Autriche, les cartouches qu'on trouve dans le commerce sont enveloppées de parchemin mou et elles ont un diamètre variant de 0m,023 à 0m,052, et des longueurs comprises entre 0m,020 et 0m,208.

M. Ruggieri, dans sa Notice sur la dynamite, indique la fabrication suivante pour une cartouche simple : La cartouche simple se compose d'un cylindre A (fig. 1), de dimensions variables, fait de plusieurs révolutions de papier fort, collé à la gélatine, matière insoluble dans la nitroglycérine et assurant l'étanchéité de la cartouche. Ce cylindre est fermé à chaque bout par une rondelle en carton fort, B, percée d'un orifice central, C, de chaque côté duquel on applique une rondelle en papier mince, également collée à la gélatine. L'une des rondelles est fixée, l'autre n'est maintenue qu'à l'aide d'un ruban qui fait charnière et dont le bout, garni de papier gommé, permet, après l'introduction de la dynamite, de maintenir la rondelle à sa place.

Dans les beaux temps, on met simplement la charge dans la cartouche et on la ferme à l'aide de la rondelle, mais lorsqu'on prépare des cartouches qu'on doit employer à basse température, il faut remplir la cartouche sur un culot garni d'une broche d'un diamètre égal à celui de l'orifice C de la rondelle B. On obtient ainsi une cartouche traversée par un canal, ce qui affaiblit beaucoup la résistance de la masse et permet de produire avec une capsule faible un ébranlement suffisant pour déterminer l'explosion. Pour plus de sûreté encore, on peut remplir le canal laissé par la broche de dynamite gelée en poudre.

cation de Paulille, transportées et conservées dans les magasins.

Pour les transports de durée un peu plus longue, il convient d'emballer les cartouches dans de la sciure de bois, dont la présence a l'avantage d'atténuer les chocs et aussi de protéger la dynamite contre le froid. Les caisses ou tonneaux reposent sur de la paille ou sur du foin dans les voitures. On ne doit jamais transporter de capsules fulminantes dans le voisinage immédiat des caisses de dynamite. Les différents gouvernements ont reconnu, d'ailleurs, que la dynamite n'est réellement pas dangereuse et qu'il n'est pas nécessaire de soumettre son transport à des précautions bien différentes de celles qui sont réglementaires pour les poudres.

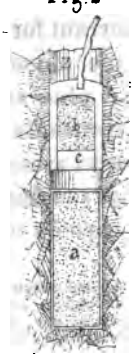
On conserve la dynamite dans les caisses ou barils dans lesquels elle est arrivée, et les précautions générales à prendre pour éviter les accidents sont les mêmes que celles en usage pour les corps inflammables et explosibles. Il est important de vérifier avec soin la neutralité de tout nouvel arrivage et de visiter régulièrement les magasins pour s'assurer que les papiers de tournesol à placer dans chaque boîte ne changent pas de couleur. Il convient aussi de disposer les vases qui contiennent la dynamite de façon que les gaz qui viendraient à se produire aient un libre dégagement. Dans tout magasin de ce genre, on doit toujours trouver une bouteille de lessive de potasse pour nettoyer immédiatement les vases ou ustensiles auxquels on verrait adhérer de la nitroglycérine.

Procédés à employer pour amorcer la dynamite. — *Composition et confection des capsules fulminantes.* — On provoque l'explosion de la dynamite à l'aide de capsules fulminantes contenant généralement 80 p. 0/0 de fulminate de mercure et 20 p. 0/0 de chlorate de potasse, ce dernier seulement pour donner de la consistance au fulminate. Le poids de fulminate de mercure introduit dans une capsule est généralement de 5 à 6 décigrammes; il paraît convenable

pour les applications militaires, où la question de dépense est moins importante que celle de la certitude de l'explosion, d'élever ce poids à 9 décigrammes ou 1 gramme : c'est cette dernière quantité qui est réglementaire en Autriche. En Angleterre, M. Abel conseille de porter à 2 grammes le poids de fulminate des capsules pour toutes les explosions militaires, afin d'être sûr de l'effet de ces capsules, même dans le cas où elles ne seraient pas en contact immédiat avec la dynamite; il admet que 6 à 7 décigrammes suffisent pour les usages ordinaires du sautage des mines.

La substance fulminante est introduite dans un tube métallique, fermé par un bout, d'une longueur variant de $0^m,04$ à $0^m,10$. Pour l'empêcher d'être détériorée par l'humidité et déplacée par les transports, on la fixe en la recouvrant d'une goutte de collodion (1).

Fig. 2



Amorces à la poudre. — Quand on n'a pas de capsules fulminantes à sa disposition, on peut faire usage d'une capsule en bois, *b*, chargée de poudre de chasse et bouchée par un tampon, *c*. (Fig. 2.) On met le feu à la poudre avec une mèche quelconque, *Z*, et son explosion suffit pour produire celle de la dynamite, *a*. Cette méthode est à vérifier, car il est possible qu'elle ne réussisse que dans des cas particuliers, analogues à celui où la cartouche et son amorce sont renfermées dans un vase clos et résistant.

(1) D'après M. Champion (*La Dynamite et la Nitroglycérine*, Paris 1872, pages 113 et 114) : La quantité de fulminate de mercure nécessaire pour provoquer l'explosion de la dynamite varie suivant la température.

Quelques décigrammes de fulminate suffisent en été. Pendant de grands froids, la charge devra être de 1 gramme à $1^{gr},3$ pour la dynamite gelée.

On conçoit que la quantité de fulminate nécessaire sera d'autant plus grande, que la dynamite sera plus pauvre en nitroglycérine. Les amorces qu'on trouve dans le commerce contiennent généralement 15 centigrammes à 3 décigrammes de fulminate.

Les amorces *triples* de M. Nobel en renferment de 7 à 8 décigrammes.

Pour les opérations de guerre, il est utile d'employer des amorces faites avec des tubes d'une certaine longueur, 8 à 10 centimètres, ou du moins de recouvrir la mèche, à sa partie inférieure, de substances empêchant sa combustion extérieure. Sans cette précaution, la mèche, enfoncée trop profondément, peut communiquer le feu à la dynamite, dont une partie brûle alors en pure perte et en diminuant d'autant la puissance de l'explosion.

Mise du feu à l'amorce. — Il peut être nécessaire de produire l'explosion de la capsule de manière qu'il s'écoule un temps déterminé entre le moment de la mise du feu et celui de la détonation, ou bien de façon qu'aucun intervalle de temps appréciable ne sépare l'instant de la mise du feu de celui de l'explosion. Dans le premier cas, on emploie le cordeau de sûreté, dit cordeau Bickford, ou l'on se sert d'une composition fusante, brûlant d'une longueur déterminée dans un temps donné; dans le second cas, on a recours aux divers cordeaux porte-feu instantanés ou à l'électricité. Voici comment on procède avec la mèche Bickford (1).

Fig. 3.

Mèche Bickford. — On coupe la longueur voulue, A D (fig. 3), de la mèche Bickford, en rafraîchissant l'un des bouts de façon à avoir une coupure bien nette, et l'on enfonce cette extrémité dans la capsule, B E, jusqu'au fulminate. On assure la mèche dans cette position en serrant fortement le haut de la capsule, C, avec une pince, de manière que le cordeau ne puisse plus se mouvoir dans le tube. Cette précaution est indispensable, non-seulement pour éviter qu'il y ait un déplacement avant la mise du feu, mais aussi parce que le cordeau agit comme bourrage pour la petite charge fulminante de la capsule et

(1) Le *cordeau Bickford* se compose d'une âme remplie de pulvérin fixé autour d'un fil et recouverte de chanvre, qu'on entoure avec une corde en hélice; ces mèches sont plongées dans du goudron de gaz ou du coaltar; dans certains cas, le chanvre est recouvert d'une couche de gutta-percha. La durée de combustion à l'air libre par mètre est de 82 secondes pour la mèche Bickford ordinaire, et de 87 secondes pour la mèche recouverte de gutta-percha.

Pour communiquer rapidement le feu à la mèche Bickford, on a l'habitude de fendre longitudinalement l'extrémité de la mèche sur une faible longueur. Quelquefois aussi on pratique, près de l'extrémité, une incision oblique, assez profonde pour mettre à nu le pulvérin. Il suffit, dans les deux cas, pour enflammer la mèche, d'ouvrir l'entaille et d'approcher de la poudre un corps en ignition (mèche à canon ou de fumeur).

On ne doit pas se servir d'un corps enflammé pour mettre le feu aux mèches, l'enveloppe de chanvre goudronnée pouvant, dans ce cas, brûler et amener la combustion de la dynamite.

Cordeau porte-feu instantané. — Ce cordeau est formé de 3 mèches recouvertes de poudre et réunies dans une enveloppe en toile cirée, revêtue de gutta-percha; le tout est enfermé dans un treillis en corde mince.

Lorsqu'on allume un point quelconque de ce cordeau, l'inflammation se communique instantanément sur une grande longueur.

On fixe directement les amorces sur le cordeau porte-feu, en mettant à nu les trois mèches intérieures et en les insérant dans l'amorce comme pour la mèche Bickford.

que la violence de sa détonation est augmentée. Il faut éviter cependant de pincer trop fort le tube : on pourrait, en effet, couper le Bickford ou le comprimer tellement que la combustion ne puisse plus se propager au delà de l'étranglement. Quand on amorce des capsules dans le laboratoire, on verse ordinairement un peu de pulvérin sur le fulminate, et en outre on garnit de cire l'intervalle existant entre le Bickford et le tube.

Cartouche-amorce. — Ses avantages. — Quand les cartouches de dynamite sont un peu fortes, on a des chances de raté résultant de ce que les transports peuvent y produire des tassements considérables, d'où il peut résulter que la capsule, même après avoir été convenablement placée, finisse par se trouver dans un vide et, par suite, ne plus provoquer avec autant de certitude l'explosion de la dynamite. Il paraît avantageux, dans ce cas, d'employer, pour y loger les capsules, de petites cartouches spéciales dans lesquelles la dynamite soit tassée aussi soigneusement que possible, et où la position de la capsule soit invariable. On appelle cartouche-amorce une cartouche contenant une substance explosive propre à provoquer l'explosion de la dynamite ; ses dimensions sont en général de $0^m,05$ de hauteur et de $0^m,02$ de diamètre. Quand cette cartouche est chargée en dynamite siliceuse, elle pèse environ 20 grammes. Outre les avantages signalés, l'emploi de semblables cartouches permet encore d'employer des explosifs plus énergiques que la dynamite elle-même ; ainsi les cartouches-amorces du génie autrichien sont, paraît-il, chargées en dynamite au coton-poudre, de manière à produire toujours l'explosion de la dynamite, même dans le cas où la charge est congelée.

Dans l'état actuel de la question, il n'est pas possible de décider quel est l'explosif qui convient le mieux pour charger les cartouches-amorces, et s'il y a lieu d'employer la dynamite siliceuse, la poudre ternaire, la dynamite au coton-poudre, ou l'amorce que, dit-on, M. No-

bel vient d'inventer pour la dynamite gelée, et dont la composition n'est pas encore connue. Afin d'élucider cette question, il est à désirer que l'on mentionne toujours, dans les comptes rendus d'expériences, comment on a produit l'explosion (1).

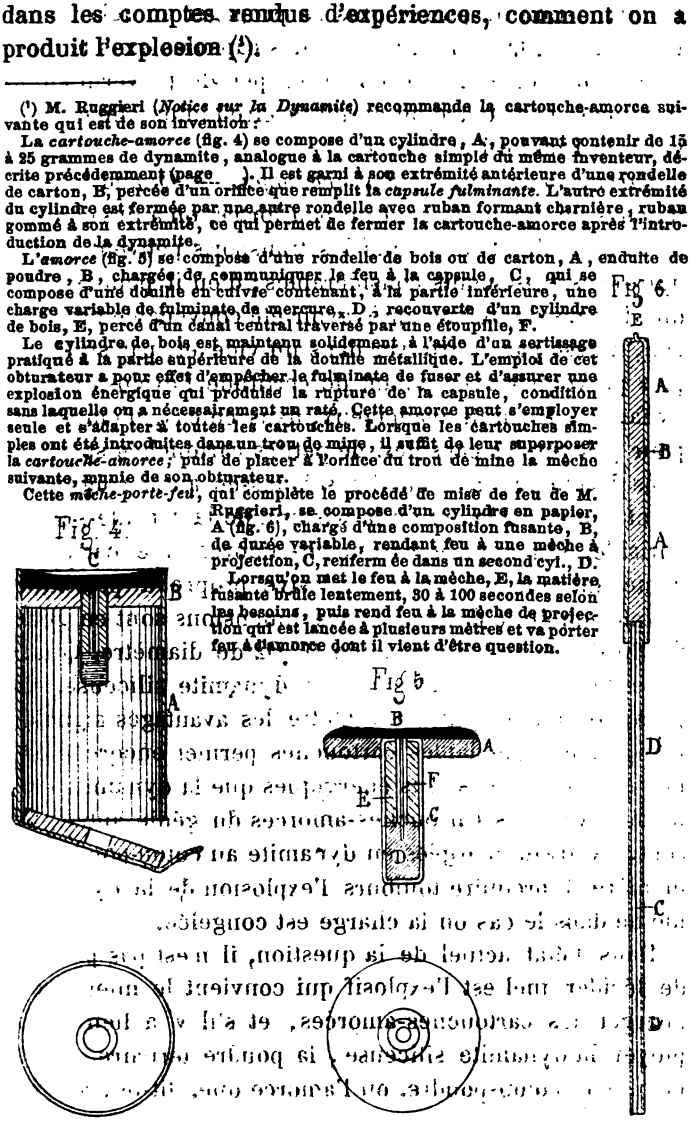
(1) M. Ruggieri (*Notice sur la Dynamite*) recommande la cartouche-amorce suivante qui est de son invention :

La *cartouche-amorce* (fig. 4) se compose d'un cylindre, A, pouvant contenir de 15 à 25 grammes de dynamite, analogue à la cartouche simple du même inventeur, décrite précédemment (page). Il est garni à son extrémité antérieure d'une rondelle de carton, B, percée d'un orifice que remplit la *capsule fulminante*. L'autre extrémité du cylindre est fermée par une autre rondelle avec ruban formant charnière, ruban gommé à son extrémité, ce qui permet de fermer la cartouche-amorce après l'introduction de la dynamite.

L'*amorce* (fig. 5) se compose d'une rondelle de bois ou de carton, A, enduite de poudre, B, chargée de communiquer le feu à la capsule, C, qui se compose d'une douille en cuivre contenant, à la partie inférieure, une charge variable de fulminate de mercure, D, recouverte d'un cylindre de bois, E, percé d'un canal central traversé par une étoupille, F.

Le cylindre de bois est maintenu solidement à l'aide d'un sertissage pratiqué à la partie supérieure de la douille métallique. L'emploi de cet obturateur a pour effet d'empêcher le fulminate de fuser et d'assurer une explosion énergique qui produise la rupture de la capsule, condition sans laquelle on a nécessairement un raté. Cette amorce peut s'employer seule et s'adapter à toutes les cartouches. Lorsque les cartouches simples ont été introduites dans un trou de mine, il suffit de leur superposer la *cartouche-amorce*, puis de placer à l'orifice du trou de mine la mèche suivante, munie de son obturateur.

Cette *mèche-porte-feu*, qui complète le procédé de mise de feu de M. Ruggieri, se compose d'un cylindre en papier, A (fig. 6), chargé d'une composition fusante, B, de durée variable, rendant feu à une mèche à projection, C, renfermée dans un second cyl., D. Lorsqu'on met le feu à la mèche, E, la matière fusante brûle lentement, 30 à 100 secondes selon les besoins, puis rend feu à la mèche de projection qui est lancée à plusieurs mètres et va porter feu à l'amorce dont il vient d'être question.



II. DYNAMITES A BASE ACTIVE.

En cherchant à augmenter l'action de la dynamite, on a été conduit à remplacer la matière inerte, employée pour absorber la nitroglycérine, par une matière combustible, constituée en général par le mélange de corps riches en charbon avec des sels qui abandonnent facilement leur oxygène et dont l'action vient s'ajouter à celle de la nitroglycérine. On a obtenu ainsi une série de nouvelles dynamites que l'on peut appeler *dynamites à base active*. Le nombre en est pour ainsi dire illimité, et la composition, que les inventeurs ont intérêt à ne pas divulguer, n'en est pas toujours parfaitement connue.

Les principales sont les suivantes :

DYNAMITE NOIRE.

La dynamite noire préparée par M. Martel, capitaine du génie auxiliaire, délégué du comité de défense de Marseille, a été employée en province pendant la guerre. Le corps absorbant consiste en un mélange de coke pulvérisé et de sable, et la contenance en nitroglycérine peut s'élever jusqu'à 45 p. 0/0. Cette dynamite est moins brisante, mais plus dangereuse à manier que la dynamite siliceuse ; elle paraît n'avoir que des inconvénients, et il y a lieu de la rejeter absolument.

LITHOFRACTEUR.

Composition. — Le professeur Engels, de Cologne, qui a inventé le lithofracteur, et la maison Krebs frères et Cie, à Deutz, près Cologne, qui le fabrique, tiennent secrète la composition de cette dynamite. Elle se présente généralement sous la forme d'une pâte d'un gris noirâtre, se prenant facilement en masse par l'effet d'une faible compression. On a lieu de penser que le corps absorbant y est constitué par un mélange de silice avec une espèce de poudre dont les proportions diffèrent de celles de la pou-

dre de guerre et dans laquelle le salpêtre est remplacé par de l'azotate de baryte, quelquefois par de l'azotate de soude, et le charbon de bois par de la houille. M. Lauer, capitaine du génie autrichien, indique seulement que le lithofracteur est un mélange de mauvaise poudre de mine et de dynamite. Enfin, d'après les renseignements fournis par M. le capitaine Bussières, le lithofracteur se composerait simplement d'un mélange de dynamite siliceuse avec de la houille en poudre agglutinée par un peu de pétrole. Quoi qu'il en soit exactement, on peut admettre que le lithofracteur est un mélange d'une poudre brisante avec une poudre moins vive, et que, par suite, il doit donner lieu à des effets de détente et de projection qui ne peuvent être atteints avec de la dynamite siliceuse; en revanche, à volume égal, il doit produire moins d'effets brisants.

Propriétés physiques. — Les propriétés du lithofracteur, comme celles de la dynamite siliceuse, rappellent, de plus ou moins près, celles de la nitroglycérine. Le lithofracteur paraît se comporter sous l'influence de la chaleur, du choc, de l'eau et de l'humidité, sensiblement comme la dynamite à base siliceuse. Il a sur celle-ci l'avantage de ne pas durcir par la gelée, bien que son explosion ne paraisse pas beaucoup plus facile à produire aux basses températures, et aussi celui de retenir la nitroglycérine mieux que ne le fait la silice; mais, en revanche, il est bien plus facilement inflammable, plus sensible à l'humidité qui diminue sa force; enfin, il donne lieu à des gaz plus nuisibles, parce qu'ils sont plus riches en oxyde de carbone.

Applications du lithofracteur. — De différentes expériences faites en 1869 avec cette substance pour le pétardement des roches, M. Luckow conclut que 1 livre de lithofracteur correspond, comme effet, à 6 ou 7 livres de poudre de mine. Entre autres expériences faites sur la rupture des masses métalliques, on a la suivante dans la fabrique d'acier fondu de M. Krupp, à Essen. Un bloc de fonte de

$1^m,40$ de long, $0^m,75$ de large et $0^m,50$ de haut, pesant environ 5 000 kil., reposait par une de ses extrémités sur le sol et par l'autre sur des débris de pièces de fonte, de manière que sa partie supérieure, plane et polie, faisait avec l'horizon un angle de 45° environ. Sans faire aucun trou, on plaça simplement sur cette face 3 kil. de lithofracteur que l'on recouvrit avec quelques poignées d'argile. L'explosion eut pour résultat la division du bloc en deux morceaux séparés.

Ruptures militaires. — En Prusse, on a, depuis fort longtemps, expérimenté l'application du lithofracteur aux ruptures militaires et surtout au chargement des projectiles creux. La Commission anglaise chargée de l'étude des substances explosives a également compris ce corps parmi ceux qu'elle devait étudier. Il est certain, en effet, que les propriétés de projection qui le caractérisent, fort nuisibles pour certains usages, peuvent être très-avantageuses pour d'autres, et qu'en tout cas sa consistance homogène et pâteuse et sa propriété de se congeler plus difficilement que la dynamite siciliceuse peuvent être fort utilement appliquées.

Rupture des pièces de canon. — Après l'armistice de janvier 1871, l'armée allemande fit usage du lithofracteur pour rompre les canons en fonte qu'elle ne voulait pas emporter. D'après les comptes rendus autrichiens, le lithofracteur était employé en cartouches à enveloppe de fer-blanc de 15 centimètres de longueur et de 3 d'épaisseur. Avant de l'employer, on le faisait dégeler au bain-marie, jusqu'à ce qu'il eût repris sa plasticité. On employait des charges de 2 à 5 kil., suivant le calibre de la pièce ; généralement 500 grammes environ par tonne de fonte. Cette charge était habituellement placée sur le tiers antérieur de la volée, et on la recouvrait d'une couche de 8 à 10 centimètres d'argile, puis on donnait le feu. L'explosion brisait la bouche à feu ou tout au moins y produisait de telles fissures qu'elle était mise hors de service à tout jamais.

Fort de Vincennes. — Un canon monstre en acier fondu se trouvait sur le polygone de Vincennes, où il servait aux expériences à faire sur les plaques de cuirasse. On profita de sa position, au milieu d'un emplacement spacieux et dégagé, pour expérimenter l'effet d'une charge de lithofracteur placée dans l'âme même de la bouche à feu. On logea dans cette âme une charge qu'en raison de l'épaisseur des parois de la pièce on crut pouvoir porter à 5 kil.; on ferma ensuite la bouche avec une poignée de terre. La bouche à feu fut complétement détruite jusqu'aux tourillons, et des morceaux de 300 à 400 kil. furent projetés jusqu'à 200 pas; d'autres éclats restèrent en place. Cette bouche à feu avait été éprouvée pour une charge de 100 kil. de poudre.

Chargement des projectiles creux. — On a peu de renseignements sur le tir et l'effet de projectiles creux chargés au lithofracteur. Aux expériences de Deutz cependant, on tira, avec une charge de 500 grammes de poudre de guerre, un obus chargé de 310 grammes de lithofracteur. Le projectile pénétra de $2^{m},40$ dans le sol sans éclater.

Comparaison du lithofracteur et de la dynamite normale. — Le lithofracteur peut être regardé comme le type des dynamites à base active, de même que la dynamite siliceuse normale est le type des dynamites à base inerte. La dynamite à base inerte, dont l'action se réduit à celle de la nitroglycérine qu'elle renferme, n'a pour ainsi dire que des effets brisants; ces effets, elle les manifeste à un degré d'autant plus élevé que sa contenance en nitroglycérine est elle-même plus élevée. Les inconvénients que tous les ingénieurs lui ont reconnus consistent, non dans l'absence d'effets de projection, cette absence est plutôt regardée comme un avantage, mais d'abord dans le durcissement qu'elle éprouve par la gelée à une température, relativement élevée, de 8 degrés centigrades, et ensuite dans la facilité avec laquelle la nitroglycérine quitte son enveloppe siliceuse. La composition du lithofracteur de-

vait avoir pour but surtout de faire disparaître ces deux inconvénients, et l'on peut dire que la nitroglycérine y est à peu près fixée. En revanche, on a introduit une série d'inconvénients très-réels et très-sensibles, qui font que, pour l'usage dans l'industrie et les effets brisants en général, le lithofracteur paraît fort inférieur à la dynamite normale.

Les effets de détente, nuisibles en général dans l'industrie, peuvent avoir des applications utiles au point de vue militaire. Le lithofracteur, comme toutes les dynamites à base active, paraît plus propre que les dynamites à base inerte au chargement des projectiles creux, à celui des mines militaires, et en général à la production de tous les effets souterrains que l'on a demandés jusqu'à présent à la poudre de guerre. Il semble d'ailleurs que, pour toutes ces applications, on pourrait lui substituer sans inconvénient un mélange de dynamite siliceuse et de poudre de guerre. Les expériences à faire devront décider s'il ne conviendrait pas d'adopter pour le service militaire la dynamite siliceuse normale, en admettant que, pour certains effets, on lui ajoute une quantite donnée de poudre de guerre.

DYNAMITES GRISES.

Les poudres qu'on a appelées souvent dynamites grises et qui étaient désignées, dans l'usine établie à Paulille par M. Barbe, sous les noms de dynamite n° 2 et dynamite n° 3, sont des composés dont la contenance en nitroglycérine ne dépasse guère 20 à 25 p. 0/0, et dans lesquels le corps absorbant est un mélange qui se rapproche beaucoup de la poudre. Les propriétés du lithofracteur se retrouvent donc, plus ou moins, dans ces dynamites. Il en résulte que l'on a été souvent induit à attribuer les propriétés les plus différentes et les plus contradictoires au produit auquel on donnait le nom de dynamite, et qui comprenait aussi bien la dynamite siliceuse à divers de-

grés de force que les différentes dynamites grises ou les dynamites noires. Il est à désirer que ce malentendu soit évité à l'avenir et que tous les comptes rendus d'expériences mentionnent bien exactement la nature de la substance avec laquelle on a opéré.

DUALINE ET POUDRES TERNAIRES.

La *dualine* inventée par le lieutenant Dittmar et préparée à Charlottenbourg, consiste, d'après M. Henry, en un mélange de nitroglycérine et de sciure de bois traitée par l'acide azotique et transformée ainsi en pyroxyline. D'après M. Trauzl, sa composition en poids serait approximativement de 50 p. 0/0 de nitroglycérine, 30 de sciure de bois fine et 20 d'azotate de potasse.

La *poudre ternaire* préparée dans le laboratoire du Comité militaire technique et administratif autrichien, se compose de cellulose, d'azotate de potasse et de nitroglycérine; pour avoir un mélange plus intime, on opère par voie humide et on plonge le ligneux dans une dissolution salpêtrée. On voit que cette poudre est presque identique à la dualine, dont elle ne diffère que par la substitution de la cellulose à la sciure de bois. Le premier de ces corps, outre qu'il est plus homogène, a un pouvoir absorbant plus considérable. La dualine est une poudre jaune, d'une densité de 1,02. Enflammée à l'air libre par les moyens ordinaires, elle brûle sans explosion et en laissant un résidu fixe qui est de la cendre de bois. En espaces clos, on ne parvient à la faire détoner, en l'allumant par les procédés habituels, que si elle est fortement comprimée par un bourrage, et son explosion est d'autant plus forte que le bourrage est plus serré. D'expériences faites sur la dualine dans la houillère de Dudweiler, il semble résulter que cette substance a une force expansive plus grande que la poudre ordinaire et qu'elle n'est pas très-brisante.

La dualine offre tous les inconvénients qui résultent de

ce que le corps employé pour absorber la nitroglycérine est combustible, peu dense et d'un faible pouvoir absorbant. Si l'on admet, ce qui est douteux, qu'à poids égal la dualine ait la même force que la dynamite, à volume égal, sa force sera inférieure de moitié. Le seul avantage de la dualine, c'est qu'on provoque facilement son explosion, même aux basses températures.

DYNAMITE AU COTON-POUDRE.

Dès 1869, les inconvénients que l'expérience avait fait reconnaître à la dynamite siliceuse avaient conduit M. Trauzl, lieutenant du génie autrichien, à essayer de mélanger la nitroglycérine avec des corps azotés solides, comme le coton-poudre en pâte ou le pyroxyle [1]. Il reconnut que ces mélanges, faits dans des conditions convenables, jouissent de la propriété d'être complétement inaltérables par l'eau et par l'humidité, en sorte que, sans altérer leurs propriétés explosives, on peut les conserver sous l'eau ou les transporter dans un état d'humidité tel qu'ils ne soient même plus inflammables.

A l'état où ils sont inflammables, leur maniement est extrêmement dangereux, et il ne servirait de rien de pouvoir les conserver à l'état humide si, avant de s'en servir, il fallait les dessécher soigneusement. M. Trauzl entama donc une série d'expériences pour reconnaître, d'abord si l'addition d'eau ne nuisait pas à la stabilité, et en second lieu si, étendus d'eau dans une proportion telle qu'ils ne soient plus inflammables, ces corps étaient toujours susceptibles de faire explosion et de développer une force explosive suffisante, le feu y étant mis par détonation. Les expériences réussirent très-bien. Des mélanges de 75 p. 0/0 de nitroglycérine et de 25 p. 0/0 de coton-poudre furent conservés sous l'eau, à l'état tout à fait divisé; en les sortant, on les soumit à une pression modérée qui y laissa

[1] On appelle pyroxyle la cellulose telle qu'on l'emploie dans la fabrication du papier, nitrée par un procédé analogue à celui employé pour le coton.

10 p. 0/0 d'eau. Dans cet état, ils se montrèrent inertes sous l'action de tous les moyens ordinaires d'inflammation, mais de fortes capsules fulminantes suffirent toujours pour produire leur explosion instantanée, même lorsqu'ils n'étaient pas contenus dans des enveloppes résistantes.

Les résultats des expériences et les modifications auxquelles elles ont pu donner lieu dans la composition de la dynamite au coton-poudre ne sont pas exactement connus. Toutefois, il paraît établi que l'explosion de cette dynamite développe une force énorme et sensiblement égale à celle produite par l'explosion de la nitroglycérine pure.

On a, d'un autre côté, expérimenté en Angleterre une dynamite au coton-poudre constituée par un mélange de coton-poudre en pâte et de salpêtre saturé de nitroglycérine; elle est désignée par M. Abel, sous le nom de *glyoxyline*. D'après ce chimiste, cette dynamite aurait donné d'excellents résultats dans les pétardements, et l'on aurait constaté par le tir de 6 bombes, à Shœburyness, que ce mélange convient aussi pour le chargement des projectiles creux; une bombe, dont la charge en glyoxyline n'est que le tiers de sa charge en poudre, donne dix fois plus d'éclats que sous l'action de la poudre. Il est à désirer qu'en France l'on observe sur de petites quantités les propriétés de ce nouvel agent qui, s'il se montre aussi stable et aussi commode à manier qu'on le dit, constituerait peut-être la meilleure des dynamites militaires.

Fabrication de la dynamite en France. — A ces divers renseignements sur la dynamite on ajoutera quelques détails relatifs à l'histoire de cette substance pendant le siége de Paris, à son introduction et à sa fabrication en France [1]. Le gouvernement de la Défense nationale avait créé, dans

[1] Les détails sont en grande partie extraits de la *Notice sur la Dynamite*, de M. Ruggieri.

la Commission d'armement, une section de pyrotechnie, chargée spécialement d'étudier la dynamite et d'en fabriquer. MM. Dupré et Majewski furent mis à la tête de deux ateliers établis tout exprès, l'un au bassin circulaire de la Villette, l'autre près de là, dans les terrains vagues des Carrières d'Amérique. M. Gaudin, l'un des membres de la section de pyrotechnie, indiqua comme substance absorbante les cendres de boghead, et vers la fin du siége on était en mesure de livrer à l'armée de Paris 400 à 500 kil. de dynamite par jour. On n'avait malheureusement que des données fort incomplètes sur le mode d'emploi de cette matière dans les usages militaires, et l'on ne pouvait songer à entreprendre alors une étude approfondie des moyens d'action à adopter; en définitive, les résultats produits sur le terrain au moyen de la dynamite ne furent que d'une importance médiocre.

En Province, M. Barbe, ancien officier d'artillerie et agent de M. Nobel, s'engagea à fournir, moyennant une avance de 60 000 francs, remboursable en cinq annuités, une quantité déterminée de dynamite par jour, et créa à Paulille (Pyrénées-Orientales), une usine qui fournit aux armées de la province d'assez bonnes dynamites : elles donnèrent des résultats analogues à ceux qu'on obtenait sous Paris. Comme rémunération de ses services, le droit d'exploiter industriellement la dynamite avait été concédé à M. Barbe. La paix faite, l'autorisation fut jugée contraire aux lois qui régissent la matière; elle fut retirée, et l'usine de Paulille dut interrompre sa fabrication.

Cependant l'administration des contributions indirectes, tout en faisant respecter ses droits, s'émut des demandes incessantes de l'industrie qui, pour ses besoins, réclamait la dynamite : une commission choisie parmi les ingénieurs et les administrateurs les plus compétents fut nommée par le Ministre des finances et chargée d'étudier les conditions dans lesquelles il convenait de fabriquer, de transporter et d'employer la nouvelle poudre. La Commission

fit son rapport, et, le 21 décembre 1872, parut au *Journal officiel* un décret contenant les dispositions suivantes :

1° Les prix de vente, par l'administration des contributions indirectes des trois sortes de poudre dynamite qui sont mises à la disposition des consommateurs, sont fixés ainsi qu'il suit :

Qualité la plus forte, désignée sous le n° 1, 11f,25 le kil.
Id. intermédiaire, id. n° 2, 7,50 »
Id. moins forte, id. n° 3, 4,50 » (1)

2° La poudre dynamite de fabrication étrangère ne pourra être introduite en France que sur l'autorisation spéciale du Ministre des finances.

La poudrerie de Vonges a été spécialement chargée de la fabrication de la nouvelle poudre (2).

Conclusions. — En résumé, dans l'état actuel de la fabrication, la dynamite paraît appelée à rendre des services importants, surtout à l'industrie. Au point de vue de la guerre, on l'utilisera dans certains cas, par exemple pour la démolition des palissades, ponts, murs, etc., ainsi que pour la destruction du matériel ou pour le chargement des mines, des fougasses et celui des torpilles; mais, jusqu'à présent, son emploi n'avait pas semblé avantageux pour le chargement intérieur des projectiles creux, que son explosion morcelait trop. Des expériences en cours d'exécution ont pour but de décider ce dernier point et d'étudier en même temps le parti qu'on en pourrait tirer dans l'organisation d'obus-fougasses destinés à bouleverser les terres ou à exécuter le tir en brèche (3).

E. Bombard, *capitaine d'artillerie.*

---

(1) Par décret en date du 31 mai 1873, les prix de vente des trois sortes de poudre dynamite, par l'administration des contributions indirectes, désignées sous les nos 1, 2, 3, sont fixés respectivement à 9f,50, 6f,50, 4f,50.

(2) Voir la note A, à la fin de l'article.

(3) Dès à présent on a pu constater qu'il est possible de tirer à des vitesses supérieures à 600 mètres des obus chargés en dynamite, sans qu'il se produise d'éclatements prématurés, par suite des chocs que subit le projectile, soit au départ, soit à l'arrivée.

Note A.

Depuis cette époque, des essais entrepris au Dépôt central des poudres et salpêtres des manufactures de l'État, pour apprécier la force relative des différentes matières explosives, ont conduit à des résultats qui permettent d'éclaircir quelques points obscurs dans les effets produits par l'explosion de la dynamite. Ces résultats intéressants sont consignés dans une Note présentée à l'Académie des Sciences, le 28 avril 1873, par les expérimentateurs, MM. *Roux* et *Sarrau*, et publiée dans le compte rendu hebdomadaire des séances (tome LXXVI, n° 17). L'extrait suivant fait connaître les principales conclusions auxquelles sont arrivés les auteurs de la Note.

Expériences sur les effets de la dynamite par MM. Roux et Sarrau (extrait). — I. La dynamite enflammée par une violente percussion, comme celle occasionnée par la détonation d'une forte capsule fulminante, fait explosion, même à l'air libre, et produit, si elle est confinée, un effet tel que 1 de nitroglycérine correspond au moins à 10 de poudre ordinaire. Enflammée par tout autre moyen, sans percussion, elle fuse simplement à l'air libre et, si elle est confinée, elle peut encore faire explosion ; mais cette explosion, quelles que soient la température et la pression auxquelles est soumise la matière, est d'une nature entièrement différente. Au lieu d'une explosion de premier ordre ou détonation, ce n'est plus qu'une *explosion de second ordre*, dont l'effet est tel que 1 de nitroglycérine correspond à environ 2 de poudre.

Ces résultats ont été obtenus en recherchant les charges de rupture avec lesquelles on produit l'éclatement de bombes d'épreuve en fonte, présentant toujours sensiblement la même résistance. Ces bombes sont fermées par un bouchon taraudé que traverse un fil isolé, au moyen duquel on peut, avec un exploseur, faire partir dans l'intérieur une petite capsule d'Abel. La charge de rupture, pour la poudre de chasse fine, est d'environ 16 grammes. Pour la dynamite n° 2 de Vosges, contenant 50 p. % de nitroglycérine, quand on la fait détoner au moyen d'une amorce fulminante Gevelot (0gr,25 de fulminate), la charge de rupture est comprise entre 3 et 4 grammes, soit 3gr,50. Au lieu de l'amorce fulminante, nous avons mis 1 gramme de poudre. Dans ce cas, la bombe a été chargée successivement de 4, 6, 10 et 15 grammes de dynamite ; ce n'est qu'à 16 grammes que l'éclatement a eu lieu. La dynamite a produit, dans ce cas, le même effet que la poudre, et, comme elle était à 50 p. %, 1 de nitroglycérine correspond à 2 de poudre.

Au lieu d'augmenter la charge en dynamite, nous en plaçons, dans la bombe, un poids constant, 4 grammes, suffisant pour la faire éclater par détonation, et nous augmentons successivement la charge de poudre. Nous pouvons alors mettre, avec les 4 grammes de dynamite, 5 grammes de poudre, puis 8, 10 grammes ; ce n'est qu'à 12 grammes que nous obtenons l'éclatement. La dynamite à 50 p. % a produit encore, dans ce cas, un effet sensiblement égal à celui de la poudre . . . . .

. . . . . .

Les effets seraient-ils les mêmes avec une dynamite plus riche en nitroglycérine que celle à 50 p. % ? L'essai suivant ne permet pas d'en douter. Nous nous sommes servis d'une dynamite à 90 p. % de nitroglycérine qui, enflammée avec la capsule-amorce, brise la bombe à la charge de 1gr,80. Ayant formé la charge de 3 grammes de cette sorte de dynamite et de 3 grammes de poudre, la bombe n'a pas éclaté.

Nos bombes d'épreuve pouvant supporter une pression d'au moins 100 atmosphères, et la température de la flamme de la poudre étant d'au moins 3 000 degrés, on peut affirmer que, dans les limites de la pratique : 1° la dynamite enflammée accidentellement et se trouvant, par exemple, au milieu d'un incendie, ne détonera pas ; 2° elle pourra produire une explosion de second ordre, analogue à celle de la poudre ; 3° le maximum d'intensité de cette explosion, maximum qui se produira quand les parois des récipients offriront une grande résistance, sera tel que 1 de nitroglycérine représentera 2 de poudre.

II. On peut vérifier, par l'expérience suivante, que c'est uniquement par une percussion d'une intensité suffisante que l'on peut produire la détonation de la dynamite, c'est-à-dire l'explosion de premier ordre.

Nous employons pour cela une dynamite à 50 p. %, préparée avec une silice très-divisée, de manière à avoir une matière de faible densité. La charge étant enflammée avec la capsule-amorce, on obtient la rupture de la bombe avec 4 grammes, mais à la condition de placer cette charge de 4 grammes, maintenue dans un cornet de papier, autour de l'amorce. Si l'on place simplement la dynamite en *vrac*, c'est-à-dire répandue dans la bombe, tout en ayant soin de faire reposer exactement l'amorce au milieu de la matière, on peut élever la charge jusqu'à 12 grammes et au delà, sans amener de rupture. Il est clair que, dans le premier cas, on a obtenu la détonation ou explosion de premier ordre, et, dans l'autre, l'explosion de second ordre. La capsule-amorce elle-même peut donc, avec la dynamite, produire les deux phénomènes, suivant les circonstances. Dans la première expérience, la matière maintenue par la feuille de papier a subi l'action du choc; dans la seconde, elle a fui sous le choc et ne s'est enflammée que par le contact des gaz comburés; aussi cet essai ne réussit-il qu'avec des dynamites pulvérulentes, à faible densité. . . .
. . . . . .

III. Le fait de deux ordres d'explosion si différents, produits par la dynamite, permet de comprendre comment des matières de cette nature, contenant une même proportion de nitroglycérine, peuvent avoir des forces très-inégales pour amener la rupture. Nous avons constaté, par exemple, dans les dynamites à 30 p. %, une force de rupture variant du simple au double, suivant la matière absorbante employée. Une dynamite est d'autant plus forte qu'elle est plus facile à enflammer par le choc. Lorsque l'inflammation est facile, l'effet de percussion produit par l'amorce se transmet immédiatement dans toute la masse: tel est le cas des dynamites préparées avec des sables quartzeux. Quand, au contraire, la substance est difficile à enflammer par le choc, l'action se transmet incomplètement, une partie seule de la masse détone, le restant agit par explosion simple. On obtient cet effet avec des dynamites préparées avec des matières plastiques, l'ocre par exemple . . . . .
. . . . . (28 avril 1873). . . . .

LE CANON-REVOLVER HOTCHKISS.

Depuis les événements de la dernière guerre, où les mitrailleuses n'avaient pas répondu aux espérances qu'on avait fondées sur elles, ces armes étaient tombées dans un discrédit peut-être aussi exagéré que l'engouement dont elles avaient été l'objet à leur apparition. Les différents systèmes expérimentés jusqu'à ce jour présentaient des défauts ou des inconvénients graves : tantôt le chargement était difficile et délicat, tantôt le mécanisme ne fonctionnait pas régulièrement ou se détériorait trop facilement : ces engins manquaient de portée, et leur efficacité diminuait rapidement quand la distance augmentait : enfin ils ne pouvaient entrer en ligne qu'autant qu'ils n'étaient pas exposés aux feux de l'artillerie, contre laquelle, en général, ils ne pouvaient pas lutter.

Le canon-revolver, de l'invention de M. Hotchkiss [1], se présente comme une solution nouvelle de la question, et paraît, tant au point de vue du mécanisme qu'à celui de la puissance des effets, réaliser un important progrès sur les autres systèmes essayés jusqu'à ce jour.

La bouche à feu, par son aspect extérieur, rapelle la mitrailleuse Gatling ; mais elle en diffère essentiellement par son mécanisme ; tandis que, dans cette dernière, chaque canon est muni d'une platine spéciale, la platine unique, dont est pourvu le canon-revolver, agit au contraire successivement pour chacun des canons.

Le système comprend deux parties distinctes : 1° les canons avec leur arbre et leur châssis ; 2° la culasse renfermant le mécanisme.

Les canons, en acier fondu, sont au nombre de six, fixés par leurs extrémités dans deux plateaux montés sur un

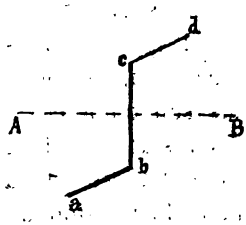
[1] Voir *Revue d'artillerie*, tome II, page 258.

arbre central : celui-ci traverse la tranche antérieure de la boîte de culasse ; il est supporté, en avant de la bouche des canons, par la petite branche du châssis, dont les longs côtés s'assemblent d'autre part à cette même boîte de culasse : les canons se trouvent de la sorte enfermés dans un châssis rectangulaire rigide, dont l'axe, formé par l'arbre, peut recevoir un mouvement de rotation (Pl. XIV, fig. 1, 2) ; ce mouvement est par suite communiqué aux canons eux-mêmes, rendus solidaires de l'arbre par l'intermédiaire des deux plateaux. Le châssis est en outre pourvu, à sa partie inférieure, d'un pivot destiné à relier le canon à une sellette à tourillons portée par l'affût : on peut ainsi obtenir sans déplacer celui-ci, outre le pointage en hauteur, un certain champ de tir latéral.

La culasse se compose d'un manchon et d'un cul-de-lampe avec bouton (Pl. XIV, fig. 3), assemblés à feuillure et maintenus au moyen de deux fortes vis, dont les têtes sont apparentes et qu'on peut enlever à la main : de cette façon, s'il survient quelque accident, on retire le cul-de-lampe sans difficulté : tout le mécanisme se trouve ainsi mis à découvert, et peut, en quelques instants, être démonté et remis en place sans le secours d'aucun instrument spécial.

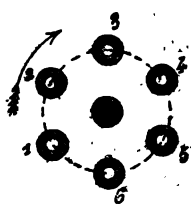
Le mécanisme et son fonctionnement sont d'ailleurs très-simples. Le mouvement est donné aux canons de la façon suivante : l'arbre se termine par un plateau muni, vers sa circonférence, de six fuseaux qui lui sont parallèles et forment ainsi un véritable engrenage à lanterne (Pl. XIV, fig. 3 et 4), cet engrenage est commandé par une forte vis sans fin, montée sur un axe perpendiculaire à l'arbre et placé assez au-dessous de celui-ci pour que la vis puisse conduire le fuseau inférieur de la lanterne ; l'axe repose, par son extrémité gauche, sur un palier intérieur à la culasse, et fait saillie sur le côté droit de celle-ci, où il se termine par une manivelle au moyen de laquelle on donne le mouvement à tout le système.

Une disposition, toute particulière à cet engin, consiste en ce que le canon se trouve immobilisé au moment où il va faire feu, tandis que, dans les autres mitrailleuses à rotation, le mouvement est continu. Cet arrêt s'obtient au moyen d'un tracé ingénieux de la vis motrice : la gorge directrice est composée de deux parties en hélice, réunies par une portion circulaire embrassant la moitié de la section droite du cylindre, de telle sorte que, si l'on représente par *AB* l'axe de la vis, le tracé développé de la gorge pourra être figuré par la ligne brisée *abcd*. On conçoit dès lors que, tant que le fuseau se trouve engagé dans la partie *bc*, c'est-à-dire pendant un demi-tour de la vis, le canon correspondant reste immobile : c'est pendant ce temps que le coup part.



L'introduction et l'extraction des cartouches se font également d'une façon très-simple : sur la face intérieure de la paroi gauche de la culasse (Pl. XIV, fig. 5) est monté un petit pignon qui engrène avec deux crémaillères horizontales, placées, l'une au-dessus, l'autre au-dessous du pignon, et parallèles à l'axe des canons, de sorte que, en faisant mouvoir l'une des crémaillères, l'autre reçoit, par l'intermédiaire du pignon, un mouvement en sens inverse. La crémaillère inférieure fait corps avec une coulisse verticale dans laquelle peut se mouvoir un bouton fixé à une petite manivelle que porte la vis motrice à son extrémité gauche ; la rotation de cette vis donne par conséquent aux deux crémaillères un mouvement alternatif en sens inverse, de telle sorte que l'une avance quand l'autre recule, et réciproquement. La crémaillère inférieure porte l'extracteur à sa partie antérieure, tandis que la crémaillère supérieure met en mouvement un piston qui pousse la cartouche dans le canon (Pl. XIV, fig. 5 et 6), opération qui se fait tout entière pendant le demi-tour de la vis motrice durant

lequel les canons sont immobiles. Pour cela, la position de la petite manivelle des crémaillères est réglée de façon qu'elle soit horizontale et tournée vers les canons au moment où le fuseau arrive dans la section droite de la vis : les crémaillères occupent ainsi leurs positions limites, la crémaillère inférieure étant aussi avancée, et la crémaillère supérieure aussi reculée que possible. La cartouche est placée alors en avant du piston dans l'auget où il se meut, et, pendant la demi-rotation suivante, tandis que les canons sont immobiles, le piston la fait pénétrer dans le canon de toute la longueur de sa course : la cartouche ne se trouve pas encore à fond, mais son culot est à hauteur d'un plan incliné qui est taillé dans le massif de la culasse (Pl. XIV, fig. 6), et sur lequel il glisse quand il se trouve entraîné par le mouvement de rotation du canon, ce qui achève de faire entrer la cartouche dans son logement. Quant au piston lui-même, c'est un simple cylindre, rendu solidaire de la crémaillère par une languette que porte celle-ci, et qui glisse dans une fente de l'auget conducteur. Enfin le piston porte un petit taquet, destiné à faire jouer le volet, dont il sera question à propos du tir. — Lorsque les crémaillères sont dans la position limite indiquée plus haut, elles restent un instant immobiles ; cet arrêt s'obtient en donnant à la coulisse, en son milieu, un tracé circulaire concentrique à l'arbre de la manivelle : il est nécessaire, car c'est à ce moment que, les canons arrivant à la fin de leur course, le culot de la cartouche s'engage dans les pinces de l'extracteur, ce qui ne serait pas possible si celui-ci était alors en mouvement.



La rotation continuant, les canons s'arrêtent, l'extracteur retire la cartouche brûlée du canon 1, en même temps que le piston introduit une cartouche neuve dans le canon précédent 2, et que le canon 3 est prêt à faire feu : les canons 4, 5 et 6 renferment alors des cartouches brûlées : il n'y a

donc, à la fois, qu'un canon chargé et un autre en cours de chargement.

L'extracteur, fixé à l'extrémité de la crémaillère, se compose simplement d'une large griffe double, entre les crochets de laquelle le culot s'engage suivant un de ses diamètres ; il est très-solide, et son fonctionnement paraît assuré dans tous les cas. Quand la cartouche est sortie du canon, elle vient heurter un doigt qui la dégage de l'extracteur, et elle tombe à terre en traversant une ouverture pratiquée dans la partie inférieure de la culasse. La platine ne comprend qu'un percuteur mû par un énergique ressort à boudin (Pl. XIV, fig. 3) ; le percuteur correspond à la position du canon supérieur lorsqu'il se trouve dans le plan de tir, et porte un long appendice qui, par la pression du ressort, prend appui sur une came appliquée contre l'une des faces latérales de la vis motrice : dans la rotation, la came porte le percuteur en arrière et bande ainsi le ressort ; puis, au moment où se produit l'échappement, le percuteur redevient libre, et, sous l'action du ressort qui se détend, vient frapper l'amorce de la cartouche : le culot de celle-ci se trouve alors appuyé en arrière sur une pièce d'acier encastrée dans la culasse, qui doit être changée quand, par suite de tirs répétés, elle est usée ou refoulée.

Quand on veut exécuter un tir continu, on adapte, à la partie ouverte de l'auget où se meut le piston, une trémie ou plan incliné sur laquelle on dispose les cartouches. Pour empêcher l'arc-boutement qui se produit quelquefois dans les systèmes analogues, quand les cartouches pressent les unes sur les autres, on a masqué l'ouverture d'introduction dans l'auget au moyen d'un petit volet à charnière, reposant par son bord libre sur le taquet du piston : quand celui-ci a suffisamment reculé, le taquet [illegible]ive devant une portion coudée du volet, qui peut alors [illegible]aisser sous le poids des cartouches dont la première [illegible]e dans l'auget : le piston revenant en avant, le taquet

relève le volet en soulevant les autres cartouches ; de manière à laisser libre celle qui se trouve en voie de chargement.

Les munitions du canon-revolver ont été décrites précédemment [1], on dira donc seulement quelques mots de sa fusée percutante : le corps, largement évidé, renferme, à sa partie inférieure, une masselotte en plomb revêtue d'une enveloppe en laiton : la masselotte porte le fulminate et est pourvue intérieurement d'une petite chambre à poudre : elle est maintenue par un fil métallique, arrêté d'autre part par un tampon en plomb dans le trou inférieur de la fusée : celle-ci est fermée par un bouchon vissé portant une pointe contre laquelle la masselotte, par suite d'un arrêt brusque du projectile, vient heurter en rompant le fil.

Cette fusée, est actuellement soumise, à Bourges, à des expériences de tir et de transport dans les coffres.

Le tableau suivant fait connaître les principales données relatives à la bouche à feu et à ses munitions.

CANON-REVOLVER.		CARTOUCHE [1].			
					mm
Nombre de canons	6	Longueur totale (fusée comprise)			185
Calibre	40mm	Longueur de la douille (culot compris)			103
Longueur des canons	970mm	Calibre de la douille			41,4
Rayures (fig. 9). Nombre	9	Obus.	Longueur totale		96
Rayures (fig. 9). Pas	1m,50	Obus.	Hauteur	de l'ogive	36
Rayures (fig. 9). Largeur	8mm,5	Obus.	Hauteur	de la chemise	40
Rayures (fig. 9). Profondeur	0mm,75	Obus.	Épaisseur des parois		7
Longueur totale de la bouche à feu	1m,530	Obus.	Diamètre	des saillies	41,3
Poids de la bouche à feu (avec la sellette à pivot)	440k	Obus.	Diamètre	au fond des gorges	39,3
					gr
		Obus.	Poids	de l'obus vide	445
		Obus.	Poids	de la charge	40
		Obus.	Poids	de la fusée	85
		Obus.	Poids	de l'obus chargé	570
		Charge de la cartouche (poudre)			80
		Poids total de la cartouche montée			750

(1) Éléments relevés sur des munitions confectionnées.

(1) Voir tome II, page 258.

Pour le tir, le canon est monté sur un affût léger en tôle, pourvu de roues à moyeu métallique : le pointage en hauteur se donne avec une vis de pointage dont la tête est reliée à un coussinet mobile autour d'un axe voisin des tourillons ; ce coussinet porte un système de pointage latéral, analogue à celui des canons à balles français. L'écrou de la vis de pointage forme roue d'angle et reçoit le mouvement d'une autre roue conduite par une manivelle placée sur le côté droit de la flèche. Le bout de crosse est muni d'une large plaque de frottement destinée, avec les deux sabots sur lesquels s'engagent les roues, à empêcher tout déplacement de l'affût par le recul.

Pour commencer le tir, on pointe approximativement la pièce sur le but à battre, puis on place les roues sur les sabots et on frappe fortement la crosse à terre deux ou trois fois, pour bien assurer la position de l'affût : on achève alors de pointer en hauteur et en direction au moyen des mécanismes dont est pourvu l'affût. La pièce porte une hausse latérale et un guidon fixé sur le côté du châssis des canons.

Les propriétés balistiques du canon-revolver ne sont pas encore connues : aussi donnera-t-on, à titre de renseignement et comme simple aperçu, le tableau d'un tir d'essai, ne comprenant d'ailleurs que quelques coups, exécuté en Autriche avec une bouche à feu de ce système, lançant des projectiles pleins.

La charge de poudre était de $5^1/_2$ onces (autrich.).

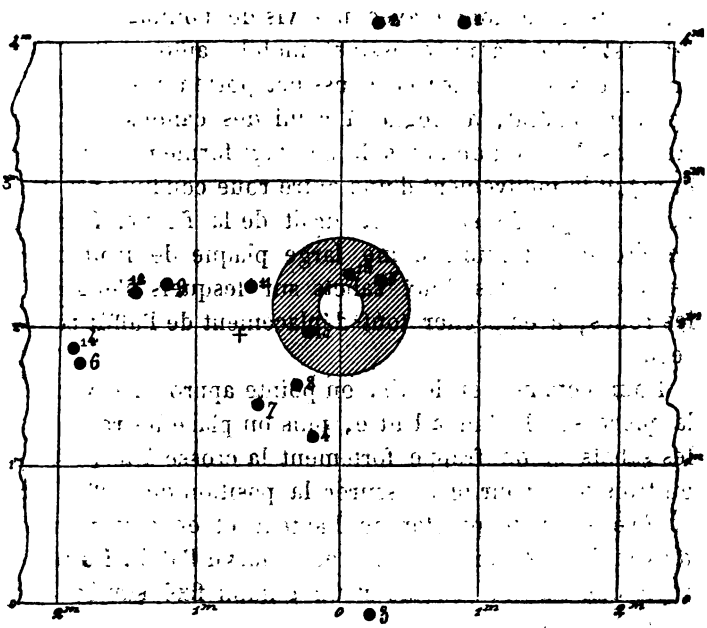
Les projectiles avaient $2^2/_3$ calibres de longueur.

La distance de tir était de 1000 pas.

Les trois premiers coups, qui ont servi à régler la hausse, doivent être écartés.

Les carrés figurés sur les panneaux ont un mètre de côté.

ESSAI DU CANON-REVOLVER HOTCHKISS
Félizdorf (mai 1872).



1, 2 et 3, coups d'essai; les autres coups, au nombre de 11, ont été tirés sous l'angle de 1°30'.
+ Point d'impact moyen.

En résumé, ce canon-revolver mérite d'être l'objet d'une attention sérieuse; mais la valeur réelle n'en peut être déterminée qu'à la suite de nouvelles études et d'expériences plus complètes.

E. JOUART, *capitaine d'artillerie,*
Aide de camp du général DE FÉNELON.

SUR LA CONSTRUCTION DES BATTERIES DE SIÉGE

d'après un article publié par le recueil intitulé : « *Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere des deutschen Reichsheeres* », 73e vol., 3e livraison.

Note de la Rédaction. — On a cru devoir reproduire dans cet extrait, en s'abstenant de toute discussion, les critiques formulées par l'auteur allemand, seul responsable de ses appréciations, contre certaines batteries françaises dont il donne le tracé, mais on a supprimé ses remarques sur les « *dispositions surannées de l'Aide-mémoire de* 1856. » On se bornera à faire remarquer, à ce sujet, que si l'auteur avait consulté l'*Instruction du* 5 *juin* 1866 *sur la construction des batteries de* 1re *période*, il y aurait trouvé la plupart des prescriptions qu'il recommande, et même les traits principaux du type adopté en Autriche, qu'il cite avec éloges à la fin de son travail.

Considérations générales sur l'attaque et la défense des places. — Pour satisfaire aux conditions nouvelles qui résultent des progrès incessants de l'art militaire, il ne suffit plus aujourd'hui d'agrandir l'enceinte des villes de guerre ; il est encore nécessaire d'entourer les places fortes d'une ceinture d'ouvrages détachés qui, s'avançant au loin dans la campagne, se soutiennent les uns les autres sans néanmoins former une ligne continue. Dans la guerre de siége, telle qu'elle se fait aujourd'hui, le terrain qui environne la fortification a une grande importance ; ordinairement accidenté, il échappe souvent aux vues des défenseurs dans les limites de la portée du canon. Aussi l'assiégeant ne s'astreint-il plus à donner à ses travaux la disposition symétrique et régulière autrefois en usage, il adopte, au contraire, un tracé en rapport avec la configuration du sol, imitant ainsi son adversaire qui s'est inspiré de principes analogues pour déterminer l'emplacement des ouvrages permanents de la défense. La disposition des lieux exerce donc une grande influence sur la marche des opérations ; elle suffit quelquefois à changer partiellement les

rôles des armées en présence, car il peut arriver, lorsque le front d'attaque est très-étendu, que l'assaillant soit réduit lui-même à la défensive en quelques points de ses travaux.

La défense ne possède plus tous les avantages dont elle jouissait autrefois; l'une des propriétés essentielles de la fortification permanente, le commandement, a perdu beaucoup de son importance, maintenant que, grâce à l'étendue des portées de l'artillerie nouvelle, l'assiégeant peut, en général, placer ses batteries au niveau des remparts. Les ouvrages revêtus ne donnent plus autant de sécurité, puisqu'il est possible d'y ouvrir des brèches, au moyen du tir indirect, en restant à la distance où se traçait jadis la première parallèle.

Il est nécessaire de chercher à compenser ces causes de faiblesse, si l'on veut que la résistance soit énergique. Le grand avantage de l'assiégeant, c'est qu'il lui est facile d'utiliser les moindres accidents du sol pour couvrir ses batteries dont le relief est très-faible et qui, d'ailleurs, n'offrent au canon de la place que des buts isolés et disséminés sur une vaste étendue de terrain. La défense a pareillement intérêt à placer une partie de ses bouches à feu dans des batteries construites sur la ligne déterminée par les ouvrages avancés; de cette manière elle divisera les forces de l'ennemi et l'empêchera de ruiner l'enceinte, en se ménageant d'ailleurs à elle-même la possibilité de battre les parties les plus faibles des attaques avec un grand nombre de pièces.

Dans cette lutte d'artillerie, la défense aura une grande supériorité (si d'ailleurs les troupes et le matériel dont elle dispose ne sont pas inférieurs aux troupes et au matériel de l'ennemi), puisqu'elle aura pu, pendant la paix, reconnaître à loisir l'emplacement de ses batteries, dont souvent même elle aura ébauché la construction. L'assiégeant, au contraire, doit s'établir à la hâte sur un terrain limité qui lui est inconnu; en outre il a devant lui des

bouches à feu nombreuses dont la véritable position ne lui sera révélée que lorsqu'il aura commencé à en ressentir les terribles effets.

Lorsque le défenseur aura ainsi préparé dans la zone des ouvrages avancés des batteries qui seront armées et servies aussitôt que les circonstances l'exigeront, la tâche de l'assiégeant deviendra très-difficile; il ne lui suffira pas de reconnaître avec une grande attention les points sur lesquels il établira sa propre artillerie, il devra encore et surtout veiller à ce que les épaulements destinés à la couvrir soient organisés d'une façon rationnelle. Il n'est pas douteux qu'à l'avenir on ne donne à la construction des batteries plus d'attention qu'on ne l'a fait jusqu'à présent.

Marche de l'attaque. — Dans un siége régulier, l'emplacement des premières batteries est déterminé d'après la disposition du terrain et la portée des bouches à feu; quant à leur armement, il doit être assez considérable pour leur donner le moyen de soutenir avec succès le feu de la place. D'ailleurs il n'est pas nécessaire d'en dérober entièrement la construction à l'attention de l'ennemi, puisque ce dernier ne peut pas distinguer si les terrassements qu'il observe sont de véritables batteries, ou s'ils appartiennent au système des tranchées et autres ouvrages de campagne au moyen desquels les armées assiégeantes ont coutume de renforcer leurs lignes d'investissement. Il est même à présumer que la garnison ne gaspillera pas ses munitions en tirant sur tous les mouvements de terre qu'elle pourra découvrir, et c'est plutôt en exécutant des sorties qu'elle cherchera à discerner l'attaque véritable.

Sous la protection de ces premières batteries, on en construit d'autres qui, situées sur le même alignement ou plus rapprochées de la place, entrent à leur tour en action pour concourir à l'exécution du plan général.

Utilisant tous les accidents du terrain, profitant de ses succès antérieurs, appuyé du reste par les feux de l'in-

fanterie, l'assiégeant pousse successivement ses batteries en avant. A mesure qu'une position favorable tombe en son pouvoir, elle est aussitôt remise à l'artillerie qui, pendant qu'elle s'y établit, est vigoureusement soutenue par toutes les pièces qui ont des vues de ce côté. En général, les batteries ne sont pas construites dans les parallèles, et celles qui viennent à être masquées interrompent leur feu, qu'elles reprennent plus tard s'il y a lieu.

L'artillerie continue cette marche progressive jusqu'à ce que, de la position qu'occupent les batteries les plus avancées, il soit possible de faire brèche en employant le tir indirect.

Quand l'assiégeant a enfin réussi à établir, devant les ouvrages qu'il veut emporter, toutes les batteries de brèche nécessaires pour les ouvrir, il doit, avec le reste de ses bouches à feu, appuyer énergiquement ces batteries pour que rien ne puisse en ralentir l'action. La brèche exécutée, l'artillerie a rempli la première partie de sa tâche. La seconde commence au moment où les troupes assiégeantes, ayant pris possession des ouvrages avancés, cheminent contre l'enceinte principale; elle doit encore agir comme elle l'a fait déjà pendant la première moitié du siége, mais les difficultés qui lui restent à vaincre sont bien moindres que celles qu'elle a précédemment surmontées, car à cette époque le flanquement de la place n'est plus guère assuré.

Principes à observer dans la construction des batteries de siége. — D'après ce qui précède, on voit qu'il est souvent fort difficile, au moment où l'on construit une batterie, de préciser exactement la nature des effets qu'elle aura à produire, puisqu'il est possible qu'elle doive diriger successivement son feu contre l'artillerie des remparts et contre les remparts eux-mêmes. On ne peut guère mieux prévoir la durée du temps pendant lequel elle agira ni les dangers qui la menaceront; ces éventualités dépendent de la conduite que tiendra l'ennemi; il pourra, en effet, à la faveur

de la nuit, installer des pièces dans des positions où l'on ne s'attendait pas à trouver de l'artillerie.

Il est donc prudent d'adopter dès le principe des dispositions qui, le cas échéant, permettent de donner facilement aux batteries toute la solidité nécessaire : on devra en particulier se prémunir contre tous les coups d'écharpe ou d'enfilade.

Les dispositions particulières du terrain, les plantations et les constructions qui s'y rencontrent procureront souvent des couverts avantageux, en outre la grande justesse de tir des bouches à feu de siége permet de protéger efficacement, même pendant l'obscurité la construction des batteries avancées, ce n'est donc que dans des cas très-rares qu'on sera dans l'obligation de les achever et de les armer en une seule nuit. En général, on disposera d'un temps plus considérable et l'on pourra exécuter avec tout le soin nécessaire cet important travail qui donne lieu aux observations suivantes :

1. *Épaulement.* — A moins de circonstances exceptionnelles, on ne construira que des batteries enfoncées; plus il sera possible de creuser le sol, l'épaulement étant formé de terre rassise, et mieux cela vaudra. Ce système de construction est d'ailleurs celui qui permet d'employer simultanément le plus grand nombre de travailleurs. Une épaisseur de 5 mètres est suffisante pour les batteries de siége qui ne constituent pas, comme les parapets des places fortes, des buts visibles de loin et faciles à atteindre. Si, dans certains cas, on a besoin d'une protection plus efficace, il ne faut pas chercher à l'obtenir en donnant, au prix de grands efforts, des dimensions exagérées à l'épaulement; on doit, de préférence, utiliser le mieux possible les dispositions naturelles du sol, et surtout faire concourir à une action commune un nombre suffisant de batteries qui se soutiennent mutuellement(1). Par cette

(1) Les commandants des diverses batteries s'entr'aideront très-utilement, s'ils sont constamment tenus au courant de la marche des opérations. On ne verra point alors certaines batteries dépenser inutilement leur puissance en s'attaquant à des objectifs forts, pendant que les batteries voisines succombent sous un feu supérieur au leur.

tactique, on arrive à diminuer notablement les travaux qu'une méthode opposée rendrait nécessaires.

2. *Traverses.* — Il est indispensable de prendre des mesures pour que chaque projectile tombant dans la batterie ne menace que les servants d'une pièce au plus, et pour que les canonniers, dès qu'ils se sont acquittés des fonctions qui leur sont attribuées, puissent s'abriter contre les éclats des projectiles : ils ne peuvent, lorsque le feu de l'ennemi atteint toute son intensité, continuer à servir régulièrement leurs pièces que si cette condition est remplie. On construira donc des traverses qui, séparant les bouches à feu les unes des autres, seront prolongées en forme de bonnettes au-dessus de la plongée quand les circonstances le permettront. Dans la partie de ces traverses la moins exposée aux coups directs, c'est-à-dire dans celle qui touche à l'épaulement, on organisera, pour les servants, des refuges dans lesquels il serait très-utile de pouvoir placer également 15 à 20 projectiles, il est, à certains moments, d'une importance capitale d'avoir à proximité de chaque pièce quelques charges toutes prêtes.

3. *Abris.* — Chaque batterie doit être pourvue d'un abri dans lequel se reposent pendant la nuit les hommes qui ne sont pas de service, sans avoir à craindre les intempéries de l'atmosphère ni le feu de l'ennemi : ce local, qui sert également de dépôt pour les projectiles, est enfoncé en terre, un épaulement le couvre du côté de la place, et une couche de terre de 2 mètres d'épaisseur, supportée par des poutres inclinées (ou par des rails), le protége contre les feux verticaux.

4. *Magasins à poudre.* — Le magasin de dépôt des gargousses doit être le plus près possible de la batterie pour qu'il soit facile d'entretenir le feu. En satisfaisant à cette condition, on augmenterait, il est vrai, les chances d'accident en cas d'explosion, si l'on ne prenait soin en même temps de recouvrir d'un très-solide blindage le magasin auquel on ne donne que l'étendue strictement nécessaire;

on place en outre dans la couche de terre qui l'enveloppe des corps résistants, des gabions remplis de fascines par exemple, de manière à faire éclater les projectiles armés de fusées percutantes avant qu'ils aient pénétré bien avant.

5. *Parados.* — Il est indispensable de chercher à garantir les servants contre les éclats des projectiles qui tombent en arrière de la batterie, mais les parados construits à cette intention ne doivent pas présenter une résistance suffisante pour amener l'explosion des projectiles qui les rencontrent, autrement ils seraient plus nuisibles qu'avantageux : pour qu'ils soient vraiment utiles, on les rapproche des bouches à feu, ce qui oblige à tenir très-étroits les passages ménagés à la queue des traverses et à limiter le plus possible la longueur des rampes d'armement. (Ces rampes peuvent être remplacées par des dispositifs provisoires, par exemple par des ponts en fascines, quand les pièces ne sont pas d'un trop fort calibre.)

6. *Écoulement des eaux.* — L'écoulement des eaux est assuré par les procédés les plus simples : ils varient avec la nature et la disposition du sol.

7. *Observatoire.* — Il est inutile de construire un observatoire, le temps manquerait souvent pour ce travail dont l'utilité n'est pas démontrée, puisque, pour examiner à l'aise les effets du tir, il suffit de disposer quelques gradins contre l'épaulement, à chaque extrémité de la batterie.

Examen de quelques batteries construites pendant la guerre de 1870 (1). — Les principes qui viennent d'être indiqués sont bien simples, néanmoins l'expérience montre qu'on ne les applique pas toujours avec le soin nécessaire. Il suffit, en effet, d'examiner quelques-unes des nombreuses batteries construites pendant la dernière guerre pour s'assurer

(1) Ces batteries sont représentées sur la planche XV ; les dimensions principales doivent seules être considérées comme exactes, l'auteur n'ayant pas eu à sa disposition de plans détaillés.

qu'il eût été souvent possible de procéder avec une moindre dépense de temps et de travail, et pour reconnaître combien il est utile d'exercer, pendant la paix, les troupes à la construction des batteries.

La batterie représentée Pl. XV, fig. 1, appartient à un type que l'on trouvait fréquemment reproduit dans les lignes de défenses du front sud de Paris : elle dépendait du fort de Vanves et était armée de trois pièces. C'est une batterie à redans; on a droit de s'étonner du choix de ce tracé que la configuration du terrain ne rendait pas nécessaire, et dont l'emploi devait occasionner un travail inutile en obligeant à donner à l'épaulement, dans quelques parties, une épaisseur exagérée. Il ne paraît pas que cette disposition ait été adoptée en vue de coups dangereux devant arriver par la gauche du terre-plein, car on avait tourné de ce côté l'entrée du magasin à poudre, situé en arrière de la batterie. L'épaulement a pris un très-long développement, malgré l'augmentation de travail qui en est résulté, parce qu'on tenait à laisser entre les pièces de grands intervalles pour diminuer les dangers résultant de l'explosion des projectiles ennemis; mais on aurait atteint plus simplement le même but si, réduisant au contraire la longueur de la crête, on eût fait construire par les travailleurs, ainsi devenus disponibles, des traverses en gabions de moyenne épaisseur. Le magasin à poudre est isolé ; cette disposition est vicieuse; on aurait obtenu une économie de temps et de travail en l'adossant à l'épaulement, l'entrée aurait aussi été mieux couverte. De même il y aurait eu avantage à rapprocher du talus intérieur l'ouverture de l'abri ménagé sous le retour de gauche, au lieu de le porter en arrière autant qu'on l'a fait.

La fig. 2 représente une autre batterie française, de six pièces, qui se trouvait près du fort d'Issy. Elle avait été construite sur la chaussée du chemin de fer : dans le principe elle n'était exposée qu'à des coups directs, mais elle

eut plus tard à souffrir d'un tir d'enfilade assez vif, partant d'ouvrages situés vers sa droite. Une rampe conduisait au magasin et à l'abri creusés dans le talus de la voie ferrée. L'énorme traverse élevée au milieu du terre-plein n'était pas très-bien conçue; elle ne couvrait convenablement que la seule pièce touchant sa face gauche, et elle était plutôt nuisible qu'utile pour les autres, puisque les projectiles qui en rencontraient la crête éclataient au lieu de passer librement au-dessus de la batterie : il eût été préférable de séparer les diverses bouches à feu par des traverses basses. L'édification de ce haut massif de terre a exigé un travail qu'on aurait employé plus utilement en construisant dans le retour non exposé au feu un abri et un magasin de dimensions suffisantes, au lieu de se borner à placer au pied de la grande traverse deux coffres contenant chacun cinq coups; on ne se fût plus ainsi trouvé dans la nécessité de suspendre chaque jour le feu de bonne heure. On signalera encore un autre défaut non moins important : les embrasures, dont les joues étaient revêtues en gabions dans toute leur longueur, se distinguaient facilement de plus d'une demi-lieue et elles fournissaient d'excellents points de mire.

Dans leurs travaux sous Paris, les Allemands ont souvent adopté les dispositions générales indiquées sur la fig. 3, qui représente une batterie armée de 4 mortiers lisses. On voit immédiatement que les conditions de sécurité n'étaient pas les mêmes pour tous les servants, puisque quelques-uns seulement trouvaient un abri sous la traverse creuse au moment de l'explosion des projectiles. C'est là un défaut très-grave, et quand on dispose d'un temps suffisant, on doit prendre des mesures pour que tous les canonniers puissent, sans s'éloigner de leurs bouches à feu, se garer des éclats qui les menacent à chaque instant. Le procédé suivi pour la construction des traverses ne peut être admis que si l'on trouve tout préparé le terre-plein de la batterie, comme cela a eu lieu

dans ce cas particulier [1]. En toute autre circonstance, il faut conserver le terrain naturel à l'emplacement des traverses et couronner simplement d'un seul rang de gabions les prismes de terre ainsi ménagés. La rampe d'armement se trouvait à l'extrémité droite de la batterie, dans une position bien mal choisie, puisqu'il en est résulté l'obligation de laisser une grande largeur aux passages pratiqués à la queue des traverses : circonstance qui restreint singulièrement l'efficacité des masques qu'on peut élever en arrière du terre-plein, et dont on tire un grand avantage, surtout dans les batteries de mortiers, leur profondeur n'étant jamais considérable.

La fig. 4 représente une batterie de 6 canons de 15c; elle était placée derrière un mur servant de clôture à un jardin. On n'a employé à sa construction qu'un nombre assez limité de travailleurs, parce qu'il n'était pas possible de creuser un fossé extérieur et que les terres nécessaires pour l'épaulement devaient être prises dans le terre-plein. L'épaisseur du coffre était trop considérable pour une batterie de première période; en la diminuant, on aurait pu tenir le terre-plein plus étroit. La construction des traverses a pris un temps assez long, puisqu'on a commencé par creuser le sol dans toute l'étendue du terre-plein, et qu'ensuite on a dressé des gabions qui ont été remplis de terre : on eût sans doute suivi le procédé mis en œuvre pour la traverse centrale, si l'on ne s'était pas trouvé dans l'obligation de ménager l'espace. Aucune précaution n'avait été prise pour protéger les servants contre les feux verticaux; il n'existait pas de passage entre la tête des traverses et l'épaulement. On ne remarque qu'un seul abri, il était situé à la queue de la traverse centrale, dans la partie la plus exposée de la batterie, et, certainement, il n'a pas été d'une bien grande utilité. Il était dif-

[1] Cette batterie a été construite dans une tranchée attenante à un remblai déjà existant.

ficile d'entretenir un feu bien vif : les servants devaient aller prendre les projectiles un à un, soit dans le magasin situé sous l'extrémité droite de l'épaulement, soit dans celui qui se trouvait à gauche du terre-plein. Ce dernier dépôt, d'assez faibles dimensions, était très-incommode; on ne pouvait y manier, sans beaucoup de peine, des projectiles d'un poids considérable.

La batterie représentée fig. 5 a été construite pendant le siége de Belfort; elle était armée de 4 canons de 9c. On remarque dans la disposition des divers abris des différences que rien ne justifie : les plus petits ne sont que de simples refuges, il eût été facile pourtant d'en faire de véritables traverses. Un grand abri dans lequel tous les servants auraient trouvé place aurait été très-utile, car les refuges ne donnaient pas une protection suffisante contre les projectiles de gros calibre arrivant de plein fouet. Néanmoins, de toutes les batteries dont on vient de parler, c'est encore celle qui satisfait le mieux aux conditions indiquées plus haut.

Résumé. — L'examen qui précède montre combien il est indispensable que les troupes acquièrent pendant la paix une instruction assez complète pour que, la guerre survenant, on n'ait plus à enseigner mais seulement à donner des ordres. Il serait bien utile de posséder, pour le service de l'artillerie dans les siéges, un règlement analogue à celui qui définit le mode d'action des batteries de campagne dans les diverses circonstances de la guerre, et l'on ne devrait apporter aux règles ainsi étudiées et expérimentées pendant la paix que les seules modifications réclamées par la nature du sol et la disposition des lieux. Il serait particulièrement utile d'exercer les troupes à choisir des emplacements en rapport avec la destination affectée aux batteries, et à prendre, en outre, suivant les circonstances, les dispositions les plus propres à réduire la durée du temps et l'importance du travail nécessaires à leur construction; c'est le moyen de diminuer le nombre,

toujours considérable, des travailleurs atteints par le feu de l'ennemi dans les siéges de longue durée.

Type de batterie adopté en Autriche. — Le Comité d'artillerie autrichien a fait établir, dans ces vues, un type de tracé que l'on a reproduit dans la fig. 6 avec les modifications dont l'expérience de la dernière guerre a démontré l'utilité : il satisfait à toutes les conditions actuellement reconnues nécessaires. Les fig. 7 et 8 montrent le même type à deux états différents d'avancement; on choisit l'un ou l'autre de ces dispositifs, suivant le temps dont on dispose et la solidité plus ou moins grande que doit posséder la batterie.

Dans les circonstances ordinaires, si tous les matériaux sont réunis d'avance, et si l'on répartit les travailleurs avec soin, le tracé représenté fig. 6 peut être exécuté sans difficulté en deux ou trois nuits par 500 hommes (dont moitié sont des auxiliaires d'infanterie), ne se relevant qu'une seule fois. Il suffit d'une seule nuit quand on s'arrête aux dispositifs fig. 7 ou fig. 8 et, dans le dernier cas, moitié des travailleurs seulement sont employés.

Les avantages que présente le type complet (fig. 6) sont les suivants :

1° Le tracé en est très-facile, car toutes les dimensions sont mesurées sur des perpendiculaires à la crête intérieure;

2° La construction des abris et celle des magasins à poudre n'exigent pas un grand travail, puisque l'on utilise, pour les couvrir, les retours indispensables à la batterie : les passages servent en outre de refuge à une partie des servants;

3° Il est facile de créer de petits dépôts de projectiles en allongeant les abris au moyen de quelques gabions;

4° Des bonnettes, des abris, des traverses, des pare-éclats, assurent partout aux canonniers une protection suffisante;

5° On obtient très-simplement l'écoulement des eaux

en faisant communiquer le terre-plein avec le fossé qui se trouve à un niveau inférieur;

6° Ce tracé se prête aisément à toutes les combinaisons; dans le courant du travail on peut adopter l'un ou l'autre dispositif sans qu'il y ait rien à changer aux mesures déjà prises. On pourra aussi facilement augmenter le nombre des pièces; les nouvelles plates-formes seront installées dans les emplacements ménagés pour les abris et les magasins, qu'on transportera dans les fossés des retours.

Si avantageuses que soient les conditions qui viennent d'être énumérées, il résulte de l'étude des travaux exécutés par les Allemands dans la dernière guerre qu'il est toujours possible d'y satisfaire dans la pratique.

(Extrait des *Archives de l'artillerie et du génie allemands*, Tome 73, 3e Livrais.)

NOTE

SUR LES EXPÉRIENCES RELATIVES AU CANON DE 7

EXÉCUTÉES PAR LA COMMISSION DE BOURGES.

La Commission de Bourges a exécuté, en 1872-1873, une série d'expériences destinées à l'étude du canon de 7 proposé par M. le lieutenant-colonel de Reffye. Ces expériences, faites avec six bouches à feu de 7 montées sur des affûts en bois à flasques en bronze, ont été terminées au commencement du mois de mai 1873. Les résultats auxquels on est arrivé étant semblables à ceux qu'a obtenus la Commission de Calais dans des essais de même nature dont la *Revue* a déjà rendu compte, on renverra le lecteur à la Note qu'a rédigée M. le commandant Mercier [1] pour tout ce qui concerne les articles suivants : *Description du matériel, tables de tir, justesse de tir, coups anormaux, ricochets, etc.* ; et l'on se bornera, après quelques observations particulières, à donner le résumé des expériences faites à Bourges et les conclusions qui en ont été tirées [2].

Affût. — Le modèle d'affût qui a servi aux expériences est analogue à l'affût de 8 et de 12 de campagne ; il en diffère par les flasques et les roues. Les flasques de l'affût de 7 sont en bronze. Les chevilles, à mentonnet et à tête plate percée, sont coulées avec le corps du flasque, ainsi que les rondelles d'écartement des flasques et de la flèche. L'encastrement des tourillons est assez élevé pour permettre le pointage jusqu'à l'angle de 16°. Les roues sont analogues à la roue n° 2 avec des jantes plus larges.

Le tir de la bouche à feu de 7 et les épreuves de transport ont produit des dégradations notables sur les affûts.

Par l'effet du tir, les joints de réunion des flasques en

---

(1) Voir *Revue d'artillerie*, tome II, page 147.

(2) Les deux Commissions, opérant indépendamment l'une de l'autre, sont, d'ailleurs, tout à fait d'accord relativement à l'utilisation de cette bouche à feu, qui existe en assez grand nombre dans nos arsenaux.

bronze avec la flèche en bois se sont promptement ouverts. Les encastrements des tourillons ont été déformés et les flasques ont été gauchis. L'affût a, d'ailleurs, été fatigué dans toutes ses parties par suite des chocs violents que la pièce lui fait supporter au moment du tir.

Les épreuves de transport ont été exécutées à Bourges sur une ancienne voie romaine où les voitures éprouvent de fortes secousses. Pendant ces épreuves, les flasques se sont éloignés l'un de l'autre, leur partie supérieure s'inclinant vers l'extérieur; cet effet provient de ce que les rondelles d'écartement, coulées en bronze avec le flasque, s'enfoncent dans la flèche par leur portion inférieure.

Les matériaux, bois et fer, qui avaient servi à la confection des affûts, étaient, il est vrai, de médiocre qualité. Mais les dégradations signalées se seraient probablement produites, même avec des matériaux de bonne qualité, car elles paraissent devoir être attribuées principalement : 1° à la disposition vicieuse qui consiste à relier des flasques en bronze à une flèche en bois; 2° aux chocs violents que le tir de la pièce *produit sur l'affût*; 3° à la surélévation donnée aux *flasques* pour *obtenir un plus grand* angle de pointage.

Comparaison du canon de 7 avec quelques canons français et étrangers. — *En* comparant les résultats obtenus dans le tir du canon de 7 avec ceux qui ont été obtenus, — à Gâvre dans le tir des canons de 4 et de 6 prussiens, — à Bourges, dans le tir des canons anglais de Woolwich de 9 livres, des canons Vavasseur de 12 livres, à rayures et à côtes saillantes, et du canon suisse de 84^{mm}, ces diverses pièces se rangent dans l'ordre suivant :

1° Au point de vue de la portée obtenue sous un même angle de tir :

1 — Canon Vavasseur à côtes saillantes.
2 — Canon de 7 de Reffye.
3 — Canon de Woolwich de 9 livres.
4 — Canon Vavasseur à rayures.

5 — Canon suisse de 84mm.
6 — Canons de 4 et de 6 prussiens.
7 — Canon de 8 français.
8 — Canon de 12 français.
9 — Canon de 4 français.

2° Au point de vue de la justesse du tir :

1 — Canon de 4 prussien.
2 — Canon de Woolwich de 9 livres.
3 — Canon de 8 français.
4 — Canon de 7 de Reffye.
5 — Canon de 6 prussien.
6 — Canon de 12 français.
7 — Canon suisse de 84mm.
8 — Canon Vavasseur à côtes saillantes.
9 — Canon de 4 français.
10 — Canon Vavasseur à rayures.

Résumé. — Les observations auxquelles ont donné lieu les expériences peuvent se résumer ainsi :

Le canon de 7 possède des qualités balistiques qui lui permettent de soutenir la comparaison, au point de vue de l'étendue et de la justesse du tir, avec les meilleures pièces en service en Europe. La fermeture de culasse est bonne, d'une manœuvre facile et d'une solidité suffisante.

Cette pièce présente les défauts suivants : Le tir donne encore quelques coups anormaux, dont la cause paraît résider à peu près uniquement dans l'arrachement partiel des couronnes de plomb du projectile. Le tir produit sur l'affût des à-coups trop violents. Les encoches du godet de culasse déchirent les culots des gargousses. La hausse n'est pas assez solide, ni assez bien assujettie dans son canal. Le poids de l'affût et la prépondérance de culasse de la pièce rendent la manœuvre pénible pour les servants. Le poids de la voiture chargée est trop considérable ; attelé à 6 chevaux, le système donne un poids de 385 kil. par cheval. Pour un tirage convenable, le poids par cheval ne doit pas dépasser 300 kil.

Conclusions. — Les effets produits par le canon de 7 étant inférieurs à ceux que l'on est en droit d'attendre des nouvelles études entreprises, ce canon ne saurait être pris comme type du nouveau système d'artillerie à adopter. Mais, en raison de leurs qualités balistiques, on doit utiliser comme pièces de réserve les canons de 7 existant actuellement dans les arsenaux après avoir vérifié qu'ils sont d'une bonne fabrication, et après leur avoir appliqué les dernières modifications proposées par M. de Reffye, complétées de manière à obtenir les résultats suivants :

Assurer le jeu du verrou automoteur; donner à la hausse une solidité plus grande; trouver un moyen d'éviter les ratés soit en changeant la forme du débouché du canal de lumière au centre du godet, soit en augmentant l'ouverture centrale du culot de la gargousse, et en vérifiant avec soin la position de cette ouverture au centre du culot ;

Augmenter la résistance des parois du projectile, particulièrement autour de l'œil ; assurer le plombage de manière que les couronnes ne soient pas détachées du corps du projectile par l'effet du tir;

Modifier la forme intérieure du canal de lumière, ou la confection même des étoupilles, de façon que le tube de l'étoupille ne se brise pas dans la lumière;

Obtenir, par un grand soin apporté dans leur confection, des gargousses dont le métal du culot soit assez bien recuit pour n'être jamais déchiré, et dans lesquelles le culot et la douille soient assez solidement réunis pour que leur joint ne s'ouvre pas ;

Adopter pour le compartimentage des coffres une disposition qui permette d'assujettir les munitions d'une manière à la fois plus commode et plus sûre.

L'affût à flasques en bronze doit être rejeté.

Le chef d'escadron d'artillerie,
Membre de la Commission d'expériences de Bourges,
L. AUDOY.

NOTE SUR UNE FUSÉE A DOUBLE EFFET

PROPOSÉE PAR

M. Henry ROMBERG, major d'artillerie dans l'armée belge.

La Commission d'expériences de Bourges a expérimenté, en mai 1873, une fusée à double effet proposée par M. Henry Romberg, major d'artillerie dans l'armée belge, auteur d'un ouvrage méthodique sur les fusées, publié en 1871. Bien que les résultats de ces expériences n'aient pas été satisfaisants et que la fusée en question telle qu'elle a été présentée par l'inventeur n'ait pas paru devoir être admise, cet artifice offre cependant assez d'intérêt pour qu'une relation succincte des expériences faites puisse être lue avec utilité.

Pour le tir des canons se chargeant par la culasse, dans lesquels le projectile est complétement forcé dans l'âme, il est nécessaire d'avoir une fusée dont le système fusant s'enflamme au départ du projectile sans le secours du feu communiqué par l'explosion de la charge. La solution proposée par M. Romberg est ingénieuse et produit bien l'effet cherché. Si l'ensemble de la fusée n'est pas complétement satisfaisant, certaines de ses dispositions constitutives méritent d'être connues, et peuvent mettre sur la voie de perfectionnements utiles.

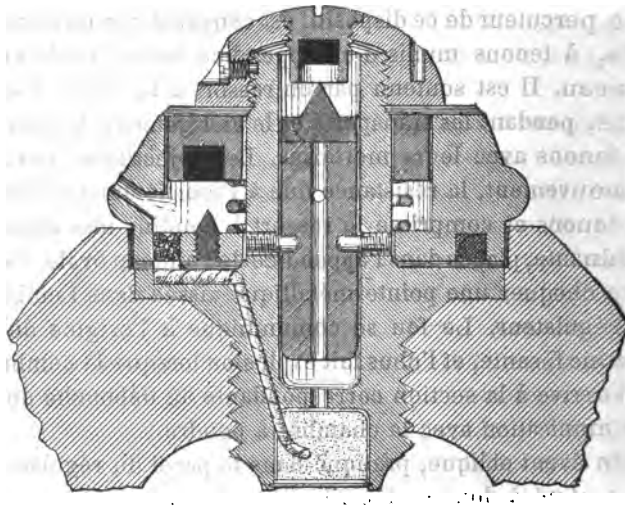
Description de la fusée Romberg. — La fusée Romberg comprend un système fusant analogue au système prussien dit à cadran, et un système percutant analogue à celui de la fusée suédoise.

Elle se compose de trois parties principales :

1° Le corps, formé par un tube central et par une table circulaire; 2° le régulateur, qui contient le système fusant et qui s'engage autour du tube central; 3° le disque-écrou, qui se visse sur la partie supérieure du tube central, et qui détermine par sa pression le contact du régulateur

FUSÉE ROMBERG.

Coupe verticale.



avec la table du corps de la fusée. Une petite vis placée sur le côté du disque-écrou le maintient au degré de serrage voulu.

Système fusant. — Le système fusant est constitué par une colonne de composition fusante placée dans un canal annulaire pratiqué dans la base inférieure du régulateur, et dont les extrémités sont séparées par un massif de métal. Des divisions de 1 à 10 sont tracées sur le régulateur et indiquent les durées de combustion de la colonne fusante de 1 à 10 secondes. Un cordon molleté extérieurement permet le réglage de la colonne fusante avec la main seule.

A la position du repos, une languette de sûreté traverse la fusée à mi-hauteur du régulateur.

Un canal de communication destiné à recevoir une amorce est percé obliquement dans le corps de la fusée; il débouche d'un côté sur la table et de l'autre côté dans la chambre à poudre.

Au moment du départ, le feu est mis à l'origine de la colonne fusante par l'amorce fulminante d'un dispositif percutant appelé « *dispositif à concussion* ».

Le percuteur de ce dispositif est constitué par un anneau ovale, à tenons munis d'un appendice latéral coulé avec l'anneau. Il est soutenu par un ressort à boudin qui empêche, pendant les transports et le chargement, le contact des tenons avec leurs mortaises. Le projectile se mettant en mouvement, la résistance due à l'inertie amène le bris des tenons et comprime le ressort à boudin; une amorce fulminante, placée dans l'appendice de l'anneau ovale, vient alors choquer une pointe métallique vissée dans l'embase du régulateur. Le feu se communique à l'origine de la colonne fusante, et l'obus fait explosion lorsque la combustion arrive à la section correspondante au débouché de la communication avec la chambre à poudre.

Un évent oblique, pratiqué dans la paroi du régulateur, est destiné à donner une libre issue aux gaz formés par la combustion de la colonne fusante.

Système percutant. — Le percuteur du système percutant consiste dans un cylindre du poids de 20 grammes percé, suivant son axe, d'un canal longitudinal, et terminé par une pointe. Ce percuteur est suspendu dans le tube central par deux petites vis. Une amorce fulminante est placée dans une capsule fixée au disque-écrou, en regard de la pointe du percuteur. Lors du départ, les petites vis se brisent par suite de l'inertie du percuteur qui se projette au fond de son logement où il est maintenu par la vitesse de l'obus. Au moment du choc, il se porte en avant en vertu de la vitesse acquise, sa pointe vient frapper l'amorce fulminante du disque-écrou, et l'explosion se produit.

La préparation au tir de la fusée Romberg se fait de la manière suivante : Retirer la languette de sûreté et tourner le régulateur de manière à le placer à la division indiquée pour la distance du tir.

Si l'on veut disposer la fusée pour qu'elle agisse uni-

quement comme percutante, il suffit, après avoir retiré la languette de sûreté, de placer le régulateur de façon que le massif du canal fusant obture le débouché du canal de communication avec la chambre à poudre. Cette position du régulateur est indiquée par deux traits marqués extérieurement.

Résultats des expériences. — Les expériences se sont bornées au tir de 10 fusées confectionnées à l'atelier de précision et chargées à l'École de pyrotechnie. Cinq de ces fusées ont été tirées comme fusantes, en réglant successivement les durées de combustion à 2, 4, 6, 8 et 10 secondes. Les cinq autres fusées tirées ont été disposées pour agir uniquement comme percutantes.

Le tir a été effectué dans le canon suisse de 84^{mm}. Les dimensions de l'obus suisse n'ont pas permis de disposer la fusée sur ces obus, comme l'indique le dessin, de façon que la table du corps de fusée soit noyée dans l'œil. Cette disposition paraît convenir aux projectiles de gros calibre.

Le percuteur à concussion, destiné à enflammer la colonne fusante, a toujours fonctionné régulièrement.

Quant au percuteur central, les tenons ou petites vis en cuivre qui le maintiennent, se sont toujours brisés au départ, mais le percuteur a souvent été arrêté dans sa course en avant par les parois du tube du corps de fusée. Ce tube a été faussé par le choc de l'obus sur le sol, et le percuteur s'est trouvé calé dans l'intérieur du tube.

Malgré la régularité d'action du percuteur à concussion, aucune fusée n'a produit l'éclatement régulier de l'obus au moment voulu.

Nous n'entrerons pas dans le détail des moyens par lesquels on a pu découvrir les causes auxquelles il fallait attribuer ces irrégularités. Nous dirons sommairement qu'on a reconstruit quelques-unes des fusées tirées et qu'on les a essayées de nouveau en supprimant soit une des deux amorces fulminantes, soit le jeu d'un des deux percuteurs; on faisait de plus varier la longueur de la colonne fusante.

Conclusions. — La fusée Romberg ne peut, en raison de ses dimensions, être convenablement adaptée aux projectiles de petit calibre. Lorsque cette fusée sera placée sur des projectiles de gros calibre et que la table sera complétement noyée dans l'œil de l'obus, le tube central pourra néanmoins être faussé au moment du choc de l'obus sur le sol ; des porte-à-faux pourront se produire à ce moment, par suite de la longueur du tube central et de sa position dans la fusée.

Système fusant. — Le jeu du percuteur à concussion est bien assuré, en ce sens que l'amorce fulminante de ce percuteur s'enflamme toujours au départ du projectile. Mais l'évent oblique pratiqué dans la paroi du régulateur ne laisse qu'une issue insuffisante aux gaz résultant de la combustion de la colonne fusante. Il en résulte dans le canal fusant une accumulation de résidus que vient encore accroître la présence d'une rondelle de plomb et d'une rondelle de feutre. Ces résidus empêchent souvent la communication du feu à l'amorce de la chambre à poudre, et occasionnent de nombreux ratés.

De plus, les expériences faites en dernier lieu ont démontré que le feu de l'amorce du percuteur à concussion et le feu de la colonne fusante se communiquent par l'intérieur de la fusée à la capsule fulminante du disque-écrou. Aussitôt que cette communication a eu lieu, la charge de la chambre à poudre s'enflamme, et le projectile fait explosion. Le système fusant peut donc être très-souvent annulé, et la fusée brûle alors entièrement dans l'âme de la pièce.

Système percutant. — Considéré en lui-même, le système percutant fonctionne régulièrement, sous la condition que le percuteur ne soit pas arrêté dans sa course en avant par la déformation du tube central qui se produit quelquefois au moment du choc de l'obus sur le sol.

Mais le système percutant présente un défaut grave consistant dans l'inflammation prématurée de son amorce fulminante. Cette amorce prend souvent feu par suite de

l'infiltration, à travers les organes de la fusée, des gaz provenant soit de l'amorce, soit de la composition fusante du système fusant.

En outre, lorsque la fusée est disposée pour agir uniquement comme percutante, les ouvertures destinées à la languette de sûreté se correspondent et établissent une communication complète entre l'intérieur de la fusée et l'air ambiant ; en sorte que la plus légère infiltration des gaz de la charge peut produire l'éclatement dans l'âme de la pièce.

Par suite de ces diverses considérations, la Commission a émis l'avis que la fusée à double effet présentée par M. le major Romberg, ne pouvait être admise dans son état actuel.

Le chef d'escadron d'artillerie,
Membre de la Commission d'expériences de Bourges,
L. AUDOY.

RENSEIGNEMENTS DIVERS.

Fusées pour projectiles de campagne. — La note suivante a été approuvée, à la date du 2 août 1873, par M. le Ministre de la guerre :

NOTE CONCERNANT LES FUSÉES POUR PROJECTILES DE CAMPAGNE.

Sur la proposition du Comité de l'artillerie, M. le Ministre de la guerre a décidé, le 16 mai 1873, que les obus à balles de campagne seront, à l'avenir, armés d'une fusée *uniquement percutante* et du même modèle que celle qui armera les obus ordinaires.

En exécution de cette décision, faisant suite à celle du 26 février 1872, on doit appliquer, jusqu'à nouvel ordre, à tous les projectiles de campagne, la fusée percutante de 25^{mm}. (Demarest, modèle 1866.)

Mais cette fusée n'est point exempte d'inconvénients ; aussi semble-t-il opportun que de nouvelles recherches soient entreprises en vue d'obtenir un modèle qui satisfasse plus complétement à tous les besoins du service de l'artillerie en campagne.

Dans l'intérêt d'une prompte solution, le Comité croit utile de faire connaître les principales conditions auxquelles devrait, à son avis, satisfaire la fusée destinée aux projectiles de campagne.

Ces conditions sont les suivantes :

1° La fusée doit être uniquement percutante ; d'une sécurité absolue dans les transports [1], et d'un fonctionnement assuré pour toutes les distances de tir, ce fonctionnement étant d'ailleurs indépendant de l'action des gaz de la charge ;

2° La préparation de la fusée pour le tir doit se faire

[1] La fusée pourra contenir du fulminate. Dans ce cas, il devra être comprimé et disposé de telle sorte qu'aucune parcelle ne puisse s'en détacher, soit sous l'influence des variations atmosphériques, soit par l'effet des transports.

très-simplement, à la main, et sans le secours d'aucun instrument ;

3° Au moment du choc d'arrivée, le feu de l'amorce doit se transmettre aussi rapidement que possible à la charge intérieure de l'obus.

Indépendamment de ces conditions, il est à désirer que le poids de la fusée soit inférieur à 250 grammes; que le diamètre de la partie filetée n'excède pas 25^{mm}, et qu'enfin la tête affecte une forme conique ou tronconique, terminant l'ogive du projectile, la grande base ayant au moins 30^{mm} de diamètre.

Expériences exécutées en 1872 sur deux modèles de télémètre proposés par le capitaine Gautier. — Quatorze Commissions instituées dans les différentes écoles et garnisons d'artillerie ont été chargées de continuer, en 1872, les études déjà faites sur le *télémètre de poche* du capitaine d'artillerie Gautier, et d'expérimenter en même temps le *télémètre instantané* proposé par le même officier. Les essais auxquels on a soumis ces deux instruments ont conduit aux résultats suivants :

1° *Durée du temps nécessaire pour la détermination de la distance.* — Le télémètre de poche est facilement transporté par l'observateur; il n'en est pas de même du télémètre instantané, dont le poids s'élève à 23 kil. Pour les trajets d'une certaine étendue, ce dernier instrument doit être placé sur une voiture; aussi les opérations préliminaires exigent-elles un temps assez long : suivant la plupart des Commissions, sept minutes sont nécessaires pour la mise en station et pour la détermination de la distance; il faut en outre une minute pour exécuter une épreuve de contrôle. Avec le télémètre de poche, un observateur exercé peut effectuer une première opération en deux minutes, en quatre au plus quand les circonstances sont défavorables; une seconde observation exige sensiblement le même temps. La durée d'une double opération est donc à peu près constante, quel que soit l'instrument employé.

2° *Commodité d'emploi.* — L'usage du télémètre instantané est facile à saisir; on a pu l'apprendre en un très-petit nombre de séances aux canonniers employés comme auxiliaires; le télémètre de poche, au contraire, doit toujours être manié par un observateur habile et exercé. Il est juste d'ajouter que si l'objet visé n'a pas de contours bien définis, ou s'il se projette sur un fond mal éclairé, les observations faites avec le télémètre instantané deviennent très-incertaines, tandis que l'état de l'atmosphère n'a pas autant d'influence sur l'usage du télémètre de poche: le premier instrument n'est donc réellement d'un emploi commode que dans certaines circonstances.

3° *Degré de précision des observations.* — Pour des distances inférieures à 1 500 mètres, l'exactitude des observations est sensiblement la même avec les deux instruments; mais au delà de cette limite elle diminue rapidement pour le télémètre instantané, dont les indications, n'ayant plus une précision suffisante, ne peuvent plus être utilisées, tandis que les résultats obtenus avec le télémètre de poche continuent d'être satisfaisants (1).

4° *Distance à un objet en mouvement.* — Il est possible de déterminer, au moyen du télémètre instantané, la distance à laquelle se trouve un but mobile, pourvu qu'il présente quelques parties saillantes faciles à distinguer; mais la disposition de l'instrument, qui ne permet pas de suivre l'objet visé dans son déplacement, est incommode pour ce genre d'observations, dont l'exactitude, d'ailleurs, laisse toujours à désirer.

5° *Emploi dans les batteries en campagne.* — Le télémètre instantané n'a pas semblé pouvoir, dans son état actuel, être employé avec avantage dans les batteries en campagne : le poids et le volume de cet instrument sont trop considérables et ses indications cessent d'être exactes à

(1) On croit devoir faire remarquer à ce sujet, que les instruments du premier modèle, établis très-rapidement au moment de la guerre, étaient d'une construction défectueuse, et ne satisfaisaient pas à toutes les conditions indiquées par M. le capitaine Gautier.

l'instant où elles seraient le plus utiles, c'est-à-dire lorsqu'il devient impossible de rectifier le tir par l'observation directe des points de chute. Le télémètre de poche rend, au contraire, de grands services dans toutes les circonstances où l'on dispose, avant l'ouverture du feu, du temps nécessaire aux observations.

A la suite de ces expériences, le Ministre de la guerre, sur la proposition du Comité de l'artillerie, a décidé, à la date du 4 juillet dernier, qu'en attendant l'adoption définitive d'un instrument télémétrique dont toutes les batteries devraient être pourvues, il y a lieu de mettre à la disposition de chaque régiment d'artillerie un télémètre de poche (système Gautier), et un télémètre à prismes (système Goulier) : les officiers devront être exercés, tous les ans, au maniement de ces instruments, dont il sera fait usage dans les exercices de tir.

Mise en expérience d'une baïonnette-épée destinée à remplacer le sabre-baïonnette modèle 1866. — A la date du 25 juillet 1873, M. le Ministre de la guerre a décidé qu'une baïonnette-épée de 51 centimètres de longueur, à poussoir nouveau modèle et à fourreau en cuir, serait expérimentée dans les corps de troupe avec les armes neuves, de deux systèmes différents, qui doivent y être mises en essai : toutes les baïonnettes-épées nécessaires seront fabriquées à la manufacture de Châtellerault.

Les armes transformées des mêmes systèmes, qui doivent être également expérimentées dans les corps, conserveront leurs sabres-baïonnettes; ceux-ci seront seulement modifiés en ce qu'ils recevront un poussoir nouveau modèle destiné à faciliter l'interchangeabilité et à assurer la fixité du sabre-baïonnette au bout du canon.

Conservation des bouches à feu en acier. — A la date du 26 juillet 1873, M. le Ministre de la guerre a décidé, sur la proposition du Comité de l'artillerie, que les expériences relatives au mode de conservation des bouches à feu en acier, mis en essai conformément aux prescriptions de la

note ministérielle du 27 juillet 1872, seraient continuées jusqu'à nouvel ordre.

Il résulte des rapports adressés sur cette question par diverses directions d'artillerie et par l'atelier de construction de Tarbes, que les résultats obtenus jusqu'à ce jour sont satisfaisants. On est ordinairement obligé de chauffer la composition pour pouvoir appliquer convenablement l'enduit sur les bouches à feu [1]; mais cet inconvénient se produit de même dans l'application du colthar ou de la plombagine. En ce qui concerne le degré d'adhérence de la matière, on pourra le faire varier, suivant les circonstances, en introduisant dans la composition une proportion de suif plus ou moins forte, ainsi que le prescrit la note du 27 juillet 1872.

Le procédé mis en essai pour l'entretien des culasses, et qui consiste à les retirer de leur logement, à les placer dans des locaux secs et à les graisser avec de la graisse d'armes, a donné de bons résultats et continuera à être employé.

Métaux destinés à l'emplombage des projectiles. — Le Ministre a approuvé, le 26 juillet dernier, sur la proposition du président du Comité, une Note ayant pour but d'indiquer aux officiers chargés de passer des marchés, en ce qui concerne les métaux, zinc, étain et plomb, employés pour l'emplombage des projectiles, les ressources qu'ils peuvent trouver dans le commerce et les conditions de réception qu'ils devront imposer aux fournisseurs.

Les conclusions de cette Note sont les suivantes :

Le *zinc refondu*, c'est-à-dire provenant du vieux zinc, qui retient encore de la soudure d'étain, sera employé de préférence pour le zingage des projectiles; mais il ne devra pas contenir plus de 5 p. 0/0 de matières étrangères, soit 1 p. 0/0 de fer et 4 p. 0/0 de plomb, d'étain et d'arse-

[1] Cet enduit se compose de 2 parties de céruse en pâté, et 1 partie de suif de mouton épuré. Le pâté de céruse est lui-même formé de 2 parties de céruse en poudre et 1 partie d'huile de lin cuite.

nic réunis; il ne devra pas avoir une densité supérieure à 7,20.

L'*étain terne non affiné du Mexique*, pourra être employé, pourvu toutefois qu'il ne renferme pas plus de 1,5 p. 0/0 de matières étrangères, et que sa densité soit comprise entre 7,20 et 7,40.

Le *plomb* devra être de première qualité; sa densité ne devra pas être inférieure à 11,35.

Emploi de la muciline pour le graissage des essieux. — A la suite d'expériences faites dans divers établissements de l'artillerie, M. le Ministre de la guerre a décidé, le 21 juin dernier, que la *muciline* serait substituée, à l'avenir, au vieux-oing pour le graissage des essieux des voitures de l'artillerie et des équipages militaires. Cette substance ne tend pas, comme le vieux-oing, à s'agglomérer vers le milieu de la fusée et à laisser à nu le métal vers d'autres points; on n'aura donc plus à renouveler le graissage aussi fréquemment, chaque opération nécessitant d'ailleurs moins de matière (1).

Essai d'une ferrure à glace proposée par M. Naudin. — D'après des ordres récents du Ministre de la guerre, les 5e, 6e, 15e et 22e régiments d'artillerie, en garnison à Besançon, Grenoble, Douai et Versailles, exécuteront, l'hiver prochain, des expériences sur la ferrure à glace présentée par M. Naudin, vétérinaire en premier au 19e régiment d'artillerie : ces expériences devront être closes le 1er avril 1874.

Le procédé proposé par M. Naudin consiste à visser dans quatre trous taraudés, ménagés sur le fer et placés, deux en mamelles et deux en avant des éponges, des

(1) La muciline, qui se fait à Lyon et dont la fabrication est brevetée, est une graisse de couleur blonde. Plusieurs substances entrent dans sa composition; 100 parties de muciline comprennent :

Dégras provenant des tannneries	25	100
Huile de coton	15	
Huile d'olive	10	
Huile minérale	15	
Huile de résine lourde	25	
Cendré de bois léger	10	

crampons en acier, composés d'une partie cylindrique filetée et d'une tête saillante ayant la forme d'une pyramide quadrangulaire haute de 15^{mm} environ.

D'après le programme adopté, les chevaux employés aux expériences recevront, à partir du 15 novembre, les fers préparés, c'est-à-dire percés de quatre trous, et ce n'est qu'ultérieurement, et sans les déferrer, qu'on devra placer les crampons, lorsque la neige et la glace en feront reconnaître l'utilité.

Artillerie suisse. — Travaux de la Commission fédérale d'artillerie. — La Commission fédérale d'artillerie s'est réunie deux fois en 1873, aux mois de février et de mai, pour étudier diverses questions, parmi lesquelles on citera les suivantes :

1° Organisation de l'artillerie;

2° Amélioration de l'artillerie de position; armement des ouvrages de fortification;

3° Amélioration du matériel d'artillerie de campagne;

4° Emploi, dans le tir, de fortes charges susceptibles de produire de plus grandes vitesses initiales.

Les travaux de cette Commission ayant une grande importance, il a semblé utile d'en donner un résumé succinct d'après la *Revue militaire suisse.*

Fusées. — La fusée percutante en service (du système Gressly) donnant lieu à de fréquents ratés dans le tir aux petites distances, la Commission expérimenta, outre la fusée Hotchkiss, deux nouveaux dispositifs imaginés par le major Gressly, et une fusée présentée par le major Schumacher. A la suite de ces essais, on reconnut que la fusée Hotchkiss était défectueuse, et que la fusée Schumacher laissait également beaucoup à désirer, mais qu'elle était susceptible d'être notablement améliorée : les deux nouveaux modèles proposés par le major Gressly donnèrent les meilleurs résultats, sans être d'ailleurs complétement satisfaisants. Comme la confection des fusées ne pouvait pas être ajournée plus longtemps, on décida que les obus des batteries

on a mis en essai de nouveaux grains cylindro-coniques, se vissant du dehors, qui ont donné de très-bons résultats. Les pièces neuves sont munies de grains de ce modèle.

Anneau-obturateur en cuivre. — L'obturateur en acier des canons de 8ᵉ est remplacé en principe par un obturateur en cuivre d'un usage beaucoup plus satisfaisant : on utilisera néanmoins tous les anciens obturateurs qui existent actuellement.

Pièce des cadets. — La Commission a expérimenté une pièce en bronze destinée aux cadets.

Construite d'après les mêmes principes que le canon de 8ᵉ, elle est à chargement par la culasse, avec coin de fermeture simple [1]; son calibre est de 60ᵐᵐ. Elle a fait preuve, dans les expériences auxquelles on l'a soumise, d'une grande solidité et de qualités balistiques remarquables, et a paru tout à fait de nature à former une sorte de réserve d'artillerie de montagne. Aussi a-t-il été recommandé aux autorités fédérales d'en faciliter l'introduction, soit par des subsides alloués aux cantons, soit par la fourniture des munitions. Pour la même raison, la Commission a émis le vœu que le matériel, construit d'une manière uniforme, se rapprochât le plus possible du matériel de campagne fédéral : les affûts doivent être en fer.

Artillerie de position. — Pour obvier à l'insuffisance reconnue, tant pour le nombre que pour la puissance, de l'artillerie de position fédérale, à laquelle manque surtout une pièce à forte action explosive contre des troupes ou contre des abris, la Commission a recommandé la création d'une bouche à feu nouvelle d'un plus fort calibre, d'un canon court de 15ᶜᵐ en bronze. L'acier, en raison de son prix élevé et de la nécessité où se trouve la Suisse de le prendre à l'étranger, serait réservé pour la fabrication d'un petit nombre de pièces longues du même calibre, destinées à tirer avec de fortes charges pour détruire de

---

[1] Voir *Revue d'artillerie*, tome I, page 75 et Pl. IV; tome II, page 179 et Pl. VI.

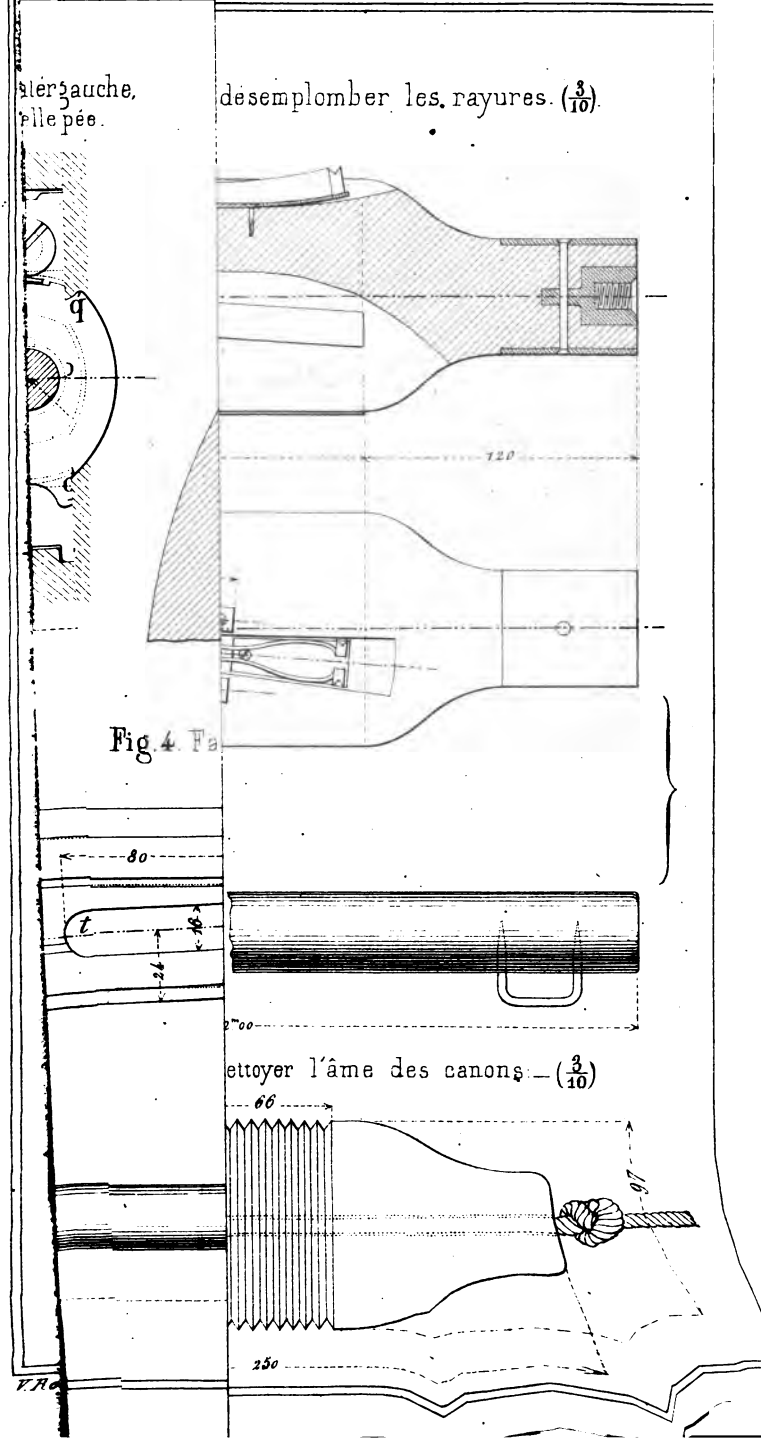
très-forts abris (blindages en fer) à de grandes distances, conditions d'emploi qui ne se présenteront pas fréquemment en Suisse.

Bronze phosphoreux. — On a fait des essais comparatifs sur deux canons, l'un en bronze ordinaire et l'autre en bronze phosphoreux, en tirant avec chacun d'eux le même nombre de coups. Le résultat de ces expériences a été très-défavorable à la dernière pièce, dont l'âme présentait une quantité de crevasses et de fissures pénétrant jusqu'à 8^{mm} de profondeur. A la suite de ces essais, l'emploi du bronze phosphoreux a été définitivement écarté.

Expériences de tir contre des retranchements en neige. — Dans le courant du mois de février dernier, sur la proposition de l'état-major général, on entreprit, au polygone de Thalerhof, près de Gratz, une série d'expériences ayant pour but d'étudier les effets produits dans des retranchements en neige par le tir des canons de campagne de 4 et de 8 livres, et par celui du fusil Werndl.

A cet effet, on construisit avec de la neige fortement tassée, un retranchement long de 6 toises ($11^{m},40$) et haut de 8 pieds ($2^{m},50$). L'épaisseur du parapet, qui était de 36 pieds ($11^{m},40$) à une des extrémités, allait en diminuant jusqu'à l'autre, où elle n'était plus que de 12 pieds ($3^{m},80$). La base du talus extérieur était 1/6 de la hauteur. La couche externe subit, pendant le jour, un commencement de fusion, se transforma en glace pendant la nuit et acquit ainsi une assez grande dureté.

On tira contre cet ouvrage, à la distance de 600 pas (455 mètres), une série d'obus ordinaires de 4 et de 8 livres armés de fusées percutantes. Tous ces projectiles pénétrèrent plus ou moins dans le parapet (12 pieds au maximum) avant d'éclater. Les obus de 8 livres produisirent un ébranlement considérable dans la masse de neige et la désagrégèrent très-rapidement. Ce résultat prouve une fois de plus la puissance d'éclatement des projectiles de 8 : quelques-uns d'entre eux, éclatant à une profondeur


ilérgauche,
elle pée.
désemplomber les rayures. (3/10).
q
720
Fig. 4. Fa
80
t
24
24
2"00
ettoyer l'âme des canons. — (3/10)
66
97
250

Dans ce but, on disposa 3 séries de panneaux en planches ayant 17 toises (32 mètres) de long et 6 pieds (1^m,90) de haut, séparés les uns des autres par un intervalle de 25 pas (18^m,80). En avant du premier panneau s'étendait, dans la direction de la ligne de tir, une couche de neige durcie de 50 pas (38 mètres) de long sur 10 pas (7^m,58) de large. Dans le premier tir, l'épaisseur de cette couche était de 1 pied (0^m,32), dans le second de 2 pieds (0^m,63). La distance était chaque fois de 600 pas (455 mètres).

On tira avec des pièces de 4 et de 8 livres.

Le tableau suivant donne les nombres moyens d'empreintes obtenues sur les panneaux dans chaque tir.

		Empreintes.
Calibre de 4.	Éclatement sur un sol ordinaire.	2,3
	Id. couche de neige de 1 p. d'épais.	4,0
	Id. id. 2 p. id.	1,3
Calibre de 8.	Éclatement sur un sol ordinaire.	10,7
	Id. sur une couche de neige de 1 pied	6,0
	Id. id. de 2 id.	1,2

Bien que dans l'un des cas observés, la pièce de 4 ait donné des résultats tout à fait en désaccord avec les autres, on peut néanmoins conclure de l'ensemble de ces expériences qu'une troupe ayant devant elle un terrain couvert de neige sera d'autant mieux protégée contre la projection des éclats que la couche qui couvre le sol est plus épaisse. Aussi devra-t-on, toutes les fois qu'on le pourra, profiter de la présence de la neige pour se garantir des effets du tir de l'artillerie.

Dans ces dernières séries d'expériences tous les projectiles éclatèrent. On peut conclure de là que la pénétration dans la neige n'empêche pas le fonctionnement des fusées percutantes en usage dans l'artillerie autrichienne; ce fait avait d'ailleurs été constaté à différentes reprises.

(Extrait des *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens*).

État actuel de l'artillerie en Bavière. — A la suite de la réorganisation récente de l'armée bavaroise, l'artillerie a été divisée en artillerie de campagne et en artillerie à pied. Cette mesure a entraîné la suppression de quatre compagnies de parc et la création de deux compagnies à cheval. Dans l'artillerie à pied, les hommes sont armés du fusil Chassepot avec lequel ils font usage de la cartouche française. Les essais entrepris pour approprier cette arme au tir de la cartouche métallique Werder n'ont pas réussi; les rayures, dont le pas est trop court, s'emplombant rapidement.

Le matériel affecté aux batteries de campagne se compose de canons en acier ou en bronze, des calibres de 8^{c} et de 9^{c} ; ils sont du modèle prussien. Les mitrailleuses ont été abandonnées.

A la tête des troupes est placée l'inspection de l'artillerie et du train. On compte actuellement quatre régiments d'artillerie de campagne, répartis en deux brigades, et deux régiments d'artillerie à pied, comprenant chacun deux bataillons de quatre compagnies. La *Commission consultative d'artillerie* établie à Munich, et la *Commission d'expériences* de Berlin (auprès de laquelle sont détachés des officiers bavarois) se communiquent réciproquement les résultats de leurs recherches. La manufacture d'armes d'Amberg, où se fabrique une partie du nouvel armement des troupes allemandes, ainsi que la fonderie de canons d'Augsbourg, seront prochainement transférées dans l'importante place d'Ingolstadt. (Extrait des *Jahrbücher für die deutsche Armee und Marine*, n° 22, 1873.)

Artillerie russe. — Transport du canon de 12 pouces (40 tonnes) d'Oboukhow à l'exposition de Vienne (d'après l'*Engineering*, numéro 388) [1]. — Lorsqu'on se fut décidé, en Russie, à exposer le canon de 40 tonnes, on dut se demander tout d'abord comment on parviendrait à le transporter de la

[1] On trouvera la description du canon de 12 pouces dans la livraison d'août (tome II, page 438).

fonderie d'Oboukhow au palais de l'Exposition. Il est intéressant de savoir comment ce problème a été résolu; quelques explications vont être données à ce sujet, d'après le récit du lieutenant Kolontaeff, de la marine impériale russe, auquel on doit le succès de cette difficile entreprise.

La première partie du travail était le trajet des ateliers d'Oboukhow au chemin de fer, distance d'environ 3 milles anglais ($4^{km},827$) à parcourir, sur une route ordinaire. La chaussée n'était pas bonne; il y avait un pont à traverser et une pente très-raide à descendre : ce fut la période la plus pénible du voyage! Il fallut six jours pour franchir les 3 milles, en s'y prenant de la manière suivante :

On construisit un chemin de fer mobile, comprenant trois éléments distincts; chaque fraction formant une sorte de cadre ou de châssis, se composait de deux poutres, longues de 60 pieds ($18^{m},29$), réunies au moyen de traverses et de pièces diagonales; chacune de ces poutres, le long de sa face supérieure, portait un rail ordinaire en fer. Le cadre ou châssis ainsi construit était garni de trois paires de roulettes pour le transport, l'une au milieu, les autres aux deux extrémités. Ces roulettes étaient montées sur des essieux coudés, se prolongeant en dehors, et munis à chaque bout de leviers en fer forgé, à l'aide desquels on pouvait leur faire décrire une fraction de tour, les roulettes portant ou non sur le sol, suivant la position que prenait la partie coudée. Il était, en effet, particulièrement important, lorsque la pièce se mouvait sur l'un des châssis, que celui-ci s'appuyât de toute sa longueur sur le sol de la route; quand, au contraire, il fallait le faire passer de l'arrière à l'avant, le canon l'ayant quitté, on se servait des roulettes. Cette disposition fut particulièrement utile dans les tournants et dans les courbes; chaque paire de roulettes pouvant être manœuvrée isolément, il suffisait, dans les tournants un peu courts, de mettre en œuvre la paire du milieu; le châssis était alors comme monté sur

un pivot et recevait facilement l'inclinaison nécessaire. D'autre part, en faisant usage à la fois de la paire centrale et d'une de celles des extrémités, on diminuait de moitié l'espace nécessaire à la rotation du système, et l'on pouvait ainsi franchir les courbes avec plus de facilité. Chaque châssis était manœuvré par vingt matelots.

Le canon était monté sur un chariot dont les roues s'appuyaient sur les rails du châssis; ces roues, munies de dents, étaient commandées par une série d'engrenages qu'on n'avait qu'à mettre en mouvement pour faire avancer sur les rails le chariot avec sa pièce. Dès qu'ils avaient atteint l'extrémité du premier châssis, ils trouvaient à la suite le second tout prêt à les recevoir, et aussitôt qu'ils étaient passés sur celui-ci, on ramenait rapidement le premier, après avoir mis ses roulettes en contact avec le sol, en avant du troisième. C'est ainsi que le canon parcourut la distance comprise entre les ateliers et le chemin de fer.

Il y avait un pont à traverser; il ne comprenait heureusement qu'une seule arche en briques de 25 à 30 pieds d'ouverture ($8^m,23$ à $9^m,14$). Elle fut consolidée au moyen de poutres inclinées s'appliquant d'une part contre la partie inférieure de l'intrados, et s'appuyant d'autre part contre les fondations du pont. Quant à la rampe déjà mentionnée, on parvint à la descendre en ayant soin de fixer préalablement en terre, au sommet de la colline, une grande ancre marine, à laquelle on relia le chariot au moyen de cordages munis de poulies; on empêcha ainsi le canon d'avancer trop vite sur les châssis.

Tels furent les procédés qui permirent de franchir heureusement la distance à parcourir sur les routes ordinaires.

Pour le trajet en chemin de fer, on avait construit tout exprès deux trucks en fer, avec châssis comme les tenders, et ayant chacun trois paires de roues. Les ressorts étaient d'ailleurs munis de régulateurs; de telle sorte que, si l'un des coussinets venait à s'échauffer, on pouvait le

soulager en reportant une partie de sa charge sur l'essieu ou les essieux voisins. Cette charge, en y comprenant le poids des trucks, s'élevait à 10 tonnes pour chacune des six paires de roues. Quant au canon, voici comment il était placé : au centre de la plate-forme de chaque truck était fixé un pivot en fer forgé ; de chaque côté, aussi loin que possible, se trouvaient trois petites roulettes, disposées sur un arc de cercle ayant son centre au pivot, mobiles autour d'essieux dirigés suivant les rayons du cercle, et ne s'élevant au-dessus de la plate-forme en fer du truck que de la moitié de leur hauteur. Chaque pivot était muni d'un coussinet formé d'un fort bloc de bois dans lequel était préparé son logement : le sommet du bloc présentait un évidement de manière à former support pour le canon, et les deux extrémités étaient garnies de fortes plaques de fer, courbées en arc et reposant sur les roulettes. De cette manière, les trucks pouvaient s'infléchir l'un sur l'autre dans les courbes, sans être gênés par la masse rigide du canon qu'ils supportaient, grâce au système de roulettes et de pivots qui leur assurait une parfaite liberté de mouvement dans le sens horizontal : avec ses six essieux et sa longue base, le système n'aurait pu, sans cela, franchir une seule courbe.

La distance entre Saint-Pétersbourg et Vienne, près de 1 157 milles anglais (1 762 kilomètres), fut parcourue en dix jours, dont huit furent employés à voyager continuellement nuit et jour. Pendant ce temps, ni le lieutenant Kolontaeff ni sa petite troupe ne purent prendre aucun repos : il fallait, à chaque station, passer l'inspection des coussinets, parmi lesquels il s'en trouvait continuellement en train de s'échauffer, ce qui donnait une inquiétude continuelle. Les deux autres jours furent employés à changer, à la frontière de Prusse, les essieux et les roues des trucks, à cause de la différence (de 4 pouces) existant entre les écartements des rails en Prusse et en Russie.

La plus grande partie du voyage en chemin de fer se

fit au moyen de trains d'une vitesse convenable ; pendant un jour entier, cependant, les deux trucks, avec leur lourd chargement, furent accrochés à un train de voyageurs à grande vitesse (poste allemande) et, circonstance singulière, ce fut précisément la période la plus heureuse du trajet tout entier, car les coussinets ne s'échauffèrent point ce jour-là, et aucun dérangement ne survint.

Il restait pourtant encore à traverser la phase la plus difficile de l'entreprise : en arrivant à Vienne, on trouva que la Direction générale de l'Exposition était tout à fait dépourvue des machines et appareils nécessaires pour soulever cette lourde masse, quoiqu'elle eût prévenu d'avance à Saint-Pétersbourg qu'elle fournirait tout ce qu'on pourrait lui demander dans ce but. Le lieutenant Kolontaeff ne s'était pourvu que de quelques petits crics à vis ; c'est avec ces instruments qu'il dut retirer le canon des trucks, le faire glisser sur une charpente formée de fortes poutres, et finalement le mettre en position dans le pavillon spécial, élevé par la Commission russe pour le département de la guerre et de la marine. Bien que la distance du chemin de fer à ce pavillon ne dépassât pas 30 yards ($27^{m},43$), le parcours nécessita dix jours, c'est-à-dire autant de temps que le trajet de Saint-Pétersbourg à Vienne.

(Extrait de l'*Engineering*, t. XV, n° 388.)

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE.

***Mémoires scientifiques*, par Paul de Saint-Robert, tome II, artillerie.**
(Turin, Vincent Bona).

Le premier volume des *Mémoires scientifiques*, dont il a été précédemment rendu compte [1], était surtout consacré à l'étude des trajectoires et à la solution des problèmes balistiques : le second volume, qui vient de paraître, contient des travaux relatifs à l'artillerie, publiés à différentes époques. L'auteur, en les réunissant, y a fait plusieurs additions importantes.

Ces Mémoires sont partagés en plusieurs groupes : dans le premier, M. de Saint-Robert développe une idée qu'il a émise en 1856, avant que les canons rayés aujourd'hui en usage fussent entrés dans la pratique. Il avait alors proposé une bouche à feu lançant un projectile lenticulaire, animé d'un mouvement de rotation autour de son axe de figure, tenu perpendiculaire au plan de tir, le sens de la rotation étant tel que la partie antérieure du projectile se meuve de bas en haut.

Ces dispositions présentent, d'après l'auteur, les avantages suivants :

1° Le mouvement de rotation d'un solide de révolution tournant autour de son axe de figure est d'autant plus stable que le corps a une forme plus aplatie, parce que dans ce cas la rotation se produit autour de l'axe principal auquel correspond le plus grand moment d'inertie.

2° Les projectiles lenticulaires, se présentant à l'air par leur plus faible section, en éprouvent une résistance moindre que les projectiles sphériques. Cet avantage leur est commun avec les projectiles oblongs ; mais on a pu leur donner, à ce point de vue, la supériorité même sur

---

(1) *Revue d'artillerie*, tome II, page 261.

ces derniers, en diminuant le rapport de l'axe de figure à l'axe équatorial.

3° Lorsqu'un projectile, ayant la forme d'un solide de révolution, tourne autour de son axe de figure, si cet axe se confond avec la tangente à la trajectoire du centre de gravité, la pression de l'air se répartit symétriquement sur toute la surface et retarde le projectile sans le faire dévier; si, au contraire, la position de l'axe diffère de la direction suivie par le projectile, le mouvement relatif de l'air sur la surface détermine un frottement plus énergique du côté où le sens de ce mouvement est contraire au sens de la rotation, et la différence de pression qui en résulte fait dévier le projectile du côté vers lequel la rotation tend à porter l'élément antérieur. Le projectile proposé par M. de Saint-Robert ayant son équateur dans le plan de tir, la déviation ne peut se produire que dans ce plan et d'après le sens de la rotation; cette déviation relève le projectile, augmente sa portée et produit par cela même, ce qui est très-important, une trajectoire plus tendue. Des expériences, peu nombreuses à la vérité, qui ont été faites, il résulte que le tir est plus raide qu'il ne le serait dans le vide.

4° L'aire de la section de l'âme est sensiblement la même que pour une bouche à feu lisse lançant un boulet dont le poids serait égal à celui du projectile lenticulaire : l'espace dans lequel se détendent les gaz de la poudre est donc beaucoup plus grand que pour les canons rayés tirant des projectiles oblongs, aussi la pression est-elle sensiblement moins élevée; on peut ainsi employer de plus fortes charges et obtenir, de ce chef encore, des trajectoires plus rasantes.

5° Enfin, cette nouvelle bouche à feu supportant une forte charge serait susceptible de fournir un tir à mitraille aussi efficace que celui des anciens canons à âme lisse.

Le projectile serait creux; la fusée destinée à produire l'éclatement serait placée suivant l'axe.

Les avantages théoriques du système proposé par M. de Saint-Robert sont incontestables, même en présence des progrès réalisés dans l'établissement des bouches à feu rayées. Il reste à déterminer le moyen d'imprimer un mouvement de rotation à un projectile aplati. M. de Puydt, capitaine d'artillerie belge, avait proposé, à la même époque que M. de Saint-Robert, un système analogue au sien, qu'il a pu faire expérimenter. Son projectile avait la forme d'un disque et la rotation était produite par une forte excentricité obtenue au moyen d'un vide intérieur. Les essais ne furent point suivis de succès. Les disques se brisaient dans l'âme, et la pièce finit par éclater. Ce résultat s'explique facilement : la rotation, ayant lieu autour du centre de gravité qui ne se meut pas sur l'axe de la pièce, doit occasionner des battements violents dans l'âme, et, par suite, une fatigue excessive des disques et de la bouche à feu.

M. de Saint-Robert a proposé les moyens suivants pour déterminer la rotation :

1° Pratiquer, au fond et à la partie inférieure de l'âme, une chambre d'un diamètre plus petit que le calibre, de sorte que le projectile tende à tourner par suite de l'impulsion excentrique qu'il recevrait ;

2° Munir le projectile de saillies disposées de telle sorte que la résistance de l'air soit plus grande sur une moitié de la surface que sur l'autre et entraîne la rotation ;

3° Donner au projectile deux faces latérales planes, munies d'ailettes qui se logeraient dans des rayures cycloïdales creusées dans les parois latérales de l'âme, celles-ci étant pareillement planes sur la même hauteur que le projectile ;

4° Fixer à la partie supérieure de la tranche de la bouche une traverse en bois, qui, heurtée par le projectile animé de toute sa vitesse, déterminerait la rotation dans le sens voulu ;

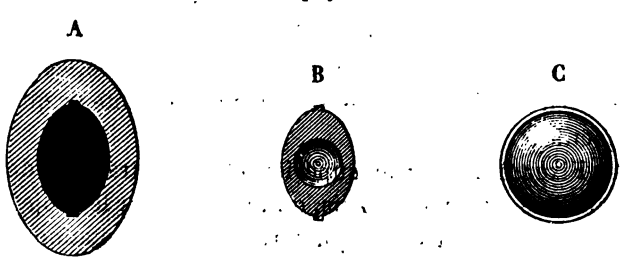
5° Courber légèrement l'âme du canon en forme de

tore, la concavité de l'axe tournée vers le sol. Le projectile, par l'effet de la force centrifuge, courrait sur la partie supérieure de la paroi de l'âme et prendrait, par suite du frottement, son mouvement de rotation. Il suffirait, pour obtenir ce résultat, d'une faible inflexion de l'âme. Le rayon de courbure serait probablement de plusieurs mètres, et la flèche à peine de quelques centimètres, de sorte que le chargement de la bouche à feu n'en serait pas rendu trop difficile. Il faudrait, bien entendu, que la partie inférieure du fond de l'âme se relevât de manière à forcer le projectile contre l'arête supérieure, afin d'éviter, au départ, les battements qui s'opposeraient à une rotation régulière.

6° En 1873 enfin, M. de Saint-Robert, revenant sur ses études antérieures, propose de tenir le canon droit, de munir le projectile, suivant son équateur, d'une couronne métallique, de pratiquer, à la partie supérieure et à la partie inférieure de l'âme, deux rainures longitudinales d'une profondeur égale à la hauteur de l'anneau, la première ayant la largeur de cet anneau, la deuxième une largeur un peu plus grande. Il admet que le frottement de l'anneau dans la rayure supérieure déterminerait la rotation du projectile.

La figure suivante représente ces dispositions :

CANON RECTILIGNE
SE CHARGEANT PAR LA CULASSE
destiné à lancer un projectile lenticulaire



A section du canon. — B section du projectile. — C projectile vu de côté.

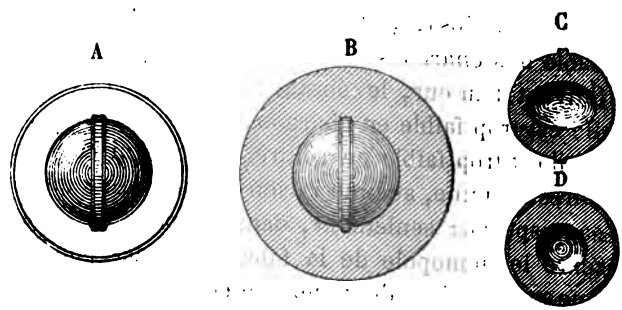
Ce procédé pourrait même s'appliquer à des canons à

section circulaire, par conséquent aux anciens canons à âme lisse, qu'il suffirait de munir de deux rayures. Les projectiles sphériques seraient munis d'une couronne, et pour que le mouvement de rotation autour d'un axe perpendiculaire au plan de tir conservât sa stabilité, le vide intérieur aurait la forme d'un ellipsoïde de révolution assez allongé, dont le grand axe serait perpendiculaire à la couronne extérieure, de sorte que le moment d'inertie du projectile autour de cet axe fût supérieur aux moments autour des autres axes. Pour faciliter l'introduction du projectile dans la pièce, la rayure supérieure devrait s'élargir et s'approfondir vers la bouche. La rayure inférieure devrait être plus profonde que la saillie de l'anneau sur le projectile ; mais elle irait en se rétrécissant, et les côtés en seraient divergents vers le fond, de manière à faire remonter le projectile et à le forcer lors du chargement. (Voir la figure ci-dessous.)

CANON RECTILIGNE

SE CHARGEANT PAR LA BOUCHE

destiné à lancer un obus sphérique avec cavité ellipsoïdale.



A tranche de la bouche avec projectile à l'entrée. — B section du canon avec projectile au fond contre la charge. — C section du projectile suivant l'axe polaire. — D section équatoriale du projectile.

L'expérience seule pourrait montrer quel est celui de ces divers procédés qui assure le mieux la rotation des projectiles. L'avant-dernier, qui consiste à courber l'axe, était, à l'origine, recommandé par M. de Saint-Robert comme offrant le plus de garantie ; mais la courbure de l'âme com-

plique considérablement la construction déjà fort difficile d'une bouche à feu à section ellipsoïdale. Le dernier procédé, s'il donne des résultats favorables, serait le plus simple, et les expériences qu'il exige seraient faciles et peu coûteuses.

Le deuxième groupe de Mémoires est relatif à la fabrication de la poudre. L'auteur examine les cinq procédés usuels de fabrication. Il condamne le procédé des pilons qui donne une poudre peu homogène et peu consistante, le procédé des meules qui lui semble dangereux, le procédé anglais des meules et de la presse pour le même motif, le procédé des tonnes parce qu'il donne une poudre poreuse, convenable seulement pour les mines. Il conclut, pour la fabrication de la poudre de guerre, en faveur du procédé mixte des tonnes et de la presse, le seul usité aujourd'hui en Italie.

Il recommande l'opération préliminaire de la fusion du salpêtre qui chasse l'eau interposée entre les cristaux, et donne à la substance une texture plus favorable à la trituration.

Quant au dosage, il doit dépendre de la qualité très-variable des charbons.

Suivant l'auteur, le dosage adopté en France et en Italie est trop faible en charbon; en Prusse et en Angleterre il est trop faible en soufre. En ce qui concerne les poudres de mine, aucune raison théorique ne motive un dosage spécial: seulement, dans les pays où l'État s'est réservé le monopole de la fabrication des poudres, on donne aux poudres de mine une composition particulière afin de les rendre impropres au tir des armes de chasse.

M. de Saint-Robert proscrit absolument, pour l'essai des poudres, l'emploi du mortier-éprouvette qui donne l'avantage aux poudres légères, tandis que, dans les canons, ce sont les poudres denses qui produisent les meilleurs effets. Après ces considérations générales, il décrit la série des opérations qu'il propose pour la fabrication de la poudre

à la filière, de sorte que sa longueur augmente dans le rapport de 1 à 25. La composition brûle alors avec une régularité telle, que la variation dans la durée de combustion d'un mètre courant, n'atteint pas 1/250. M. de Saint-Robert a employé des tronçons de ces tubes dans des expériences faites dans les Alpes, à diverses altitudes : les résultats obtenus, rendus plus sensibles par la construction de courbes, montrent que la durée des fusées augmente plus vite que la pression ne décroît, et qu'elle croît moins rapidement que les hauteurs.

Le phénomène tient à l'expansion des gaz de la poudre qui transforme en travail une partie de la chaleur développée. Cette expansion est d'autant plus grande que la pression extérieure est plus faible, et la perte de chaleur peut devenir assez forte pour que les gaz n'enflamment plus les grains de poudre qu'ils atteignent ; c'est ce qui arrive dans le vide.

Le Mémoire qui suit traite du mouvement des projectiles dans l'intérieur des armes à feu. On a pendant longtemps négligé la chaleur qui disparaît pendant la communication du mouvement au projectile. Maintenant qu'il est bien établi que ce calorique perdu se transforme en force vive et contribue au mouvement, le problème de la balistique intérieure doit être repris à ce point de vue. C'est ce qu'a fait M. de Saint-Robert : il étudie la corrélation qui existe entre l'échauffement de l'arme et les conditions du tir, et montre, par exemple, que l'arme doit s'échauffer plus dans le tir à poudre que dans le tir à balle, même lorsque la balle est placée à la bouche du canon, résultat confirmé par l'expérience. Mesurant ensuite la chaleur absorbée, il établit qu'elle n'est pas inférieure au tiers de la chaleur totale dégagée par la combustion de la poudre, et que, par conséquent, elle ne peut être négligée.

Un quatrième groupe de Mémoires est consacré au tir. L'auteur y traite, par des considérations tout élémentaires,

du pointage, de l'efficacité du tir, des causes qui peuvent l'influencer, des divers genres de tir. Enfin, il réfute certains préjugés concernant le tir, et dont quelques-uns sont encore très-répandus aujourd'hui.

Dans une Note rejetée à la fin du chapitre, il discute, au moyen du calcul, le principe fondamental admis dans la théorie du pointage : « *La distance verticale entre un « point quelconque de la trajectoire et la direction de la vitesse « initiale, est indépendante de l'angle que cette direction forme « avec l'horizon.* »

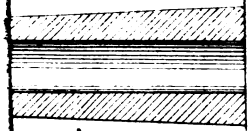
M. de Saint-Robert trouve que, sans être absolument négligeables, les écarts dus à l'application de ce principe sont comparables aux variations qu'entraînent les erreurs commises dans l'appréciation des distances, et que les résultats, obtenus par ce procédé très-simple, sont suffisamment exacts dans la pratique.

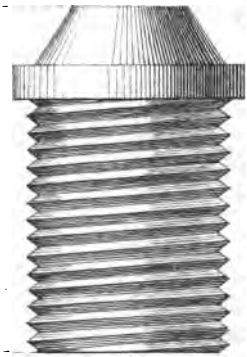
Le tome II se termine par une Note sur la détermination du volume d'une embrasure. Les joues ont la forme d'un paraboloïde hyperbolique, et un théorème élémentaire permet de ramener l'évaluation du volume d'un corps limité par une surface de ce genre à la mesure de prismes triangulaires tronqués.

Le gérant : CH. NORBERG.

Fusée Barantzow.

(1/1).





8. Obus de 8 pouces en fer

(1/7).

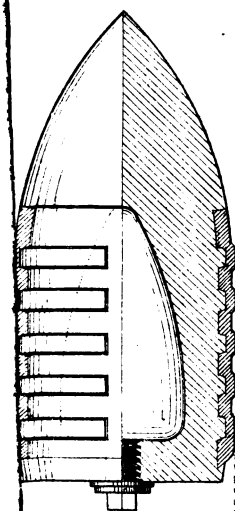
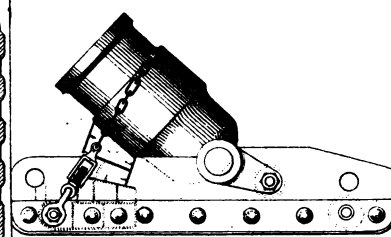
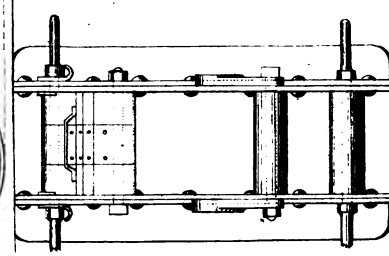
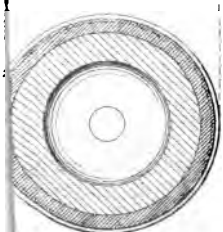


Fig. 12. Affût en fer pour mortier de 1/2 poud.

(1/16).